

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

БОЖИЙ ЗАМЫСЕЛ МИР ВЕЩЕСТВ

Книги серии БОЖИЙ ЗАМЫСЕЛ предназначены для воскресных школ и домашнего изучения учениками 1–8 классов. Они состоят из учебных текстов и простых заданий, цель которых – помочь детям видеть Божью руку во всём, что их окружает.

Авторы и издатели приложили все усилия для того, чтобы обеспечить безопасность всех заданий, рекомендованных в этой книге, если они выполняются в соответствии с инструкцией. За возможный ущерб и повреждения во время выполнения заданий авторы и издатели ответственности не несут. Ответственность за правильное и безопасное выполнение заданий несут родители, наставники и учителя.





GOD'S DESIGN® FOR CHEMISTRY & ECOLOGY

PROPERTIES OF MATTER



1:1

answersingenesis

Petersburg, Kentucky, USA

3RD EDITION | UPDATED, EXPANDED & FULL COLOR

ANSWERS IN GENESIS **SCIENCE** BY DEBBIE & RICHARD LAWRENCE

Христианский научно-апологетический центр



БОЖИЙ ЗАМЫСЕЛ

МИР ВЕЩЕСТВ

Дебби и Ричард Лоуренс

Симферополь
«ДИАЙПИ»
2012

Перекладено за виданням:
«GOD'S DESIGN® FOR CHEMISTRY AND ECOLOGY»
by Debbie and Richard Lawrence, Third edition.
Published by Answers in Genesis,
© 2008 by Debbie and Richard Lawrence.
ISBN: 1–60092–161–0

Copyright © Richard and Debbie Lawrence, www.answersingenesis.org

Редактор русского перевода: *Евгений Новицкий*
Перевод с английского: *Елена Буклерская*
Дизайн: *Андрей Горяинов*

У кожній людині живе вчений, який прагне пізнавати все, з чим він стикається у своєму житті. Нас оточує дивовижний світ, повний загадок і відкриттів. Цей підручник познайомить вас з речовинами, з яких складається все, що є на світі.

Особливість серії підручників «Божий задум» в тому, що кожна книга адресована школярам різного віку. По суті, це – відновлення традицій змішаної системи навчання, коли старші можуть допомагати молодшим, закріплюючи при цьому пройдене. Таким чином, одного комплекту достатньо на всіх дітей в сім'ї. Займаючись за цими підручниками вдома або в недільній школі, ваші діти не тільки сформулюють твердий біблійний світогляд і будуть краще вчитися в загальноосвітній школі, але і зможуть на прикладах зі шкільної програми свідчити про велич Божого задуму як одноліткам, так і вчителям.

ЛОУРЕНС Деббі, ЛОУРЕНС Ричард
Л 81 **МИР ВЕЩЕСТВ.** – Симферополь: ДИАЙПИ, 2012. – 168 с.
ISBN 978-966-491-266-9

В каждом человеке живёт учёный, стремящийся познать всё, с чем он сталкивается в своей жизни. Нас окружает удивительный мир, полный загадок и открытий. Этот учебник познакомит вас с веществами, из которых состоит всё, что есть на свете.

Особенность серии учебников «Божий замысел» в том, что каждая книга адресована школьникам всех возрастов. По сути, это – восстановление традиций смешанной системы обучения, когда старшие могут помогать младшим, закрепляя при этом пройденное. Таким образом, одного комплекта достаточно на всех детей в семье. Занимаясь по этим учебникам дома или в воскресной школе, ваши дети не только сформируют твёрдое библейское мировоззрение и будут лучше учиться в общеобразовательной школе, но и смогут на примерах из школьной программы свидетельствовать о величии Божьего замысла как сверстникам, так и учителям.

УДК 213 + 22
ББК 86.37

Ни одна из частей этой книги не может быть воспроизведена в каком бы то ни было виде без письменного разрешения авторов и других правообладателей, за исключением случаев: (1) специально предназначенных страниц для домашнего/классного использования, и (2) кратких цитат в печатных рецензиях.

ПРИГЛАШАЕМ ВАС УЗНАТЬ БОЖИЙ ЗАМЫСЕЛ

Учебные пособия из серии *Божий Замысел* помогут вам понять, какими Господь Бог задумал и сотворил Вселенную, нашу планету и ее обитателей, включая нас с вами.

Эта книга познакомит вас с животным миром нашей планеты. Она написана так, чтобы читать её и выполнять увлекательные задания могли ученики разных классов.

Классы 1–2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: в данном учебнике, как и в некоторых других пособиях данного курса, отсутствует раздел, предназначенный для младших школьников (1–2 классов). Если младшие дети заинтересуются этим пособием, они могут читать разделы, адресованные более старшим ребятам. Задача учителя или родителей – помочь им в понимании сложных мест материала, а также отобрать для них (в разделах с изображением лупы) те опыты и практические задания, которые им по силам.



Куколка

Классы 3–5

Прочтите урок, обозначенный значком «куколка». Выполните задания, отмеченные значком с изображением лупы. Затем проверьте, как вы поняли тему, ответив на вопросы в разделах «Сможешь ответить?» и «Попробуй разобраться».



Бабочка

Классы 6–8

Прочитайте весь текст урока, выполните помещённые после него задания, отмеченные значком с изображением лупы. Затем проверьте, как вы поняли тему, ответив на вопросы в разделах «Сможешь ответить?» и «Попробуй разобраться». И наконец, приступайте к текстам и заданиям повышенной сложности – возле них изображён значок «бабочка». Чтобы справиться с ними, вам потребуются дополнительные знания, которые можно найти в книгах или в интернете. Вы также сможете поставить увлекательные опыты, познакомиться со многими интересными фактами.

Ученикам всех классов советуем прочесть рассказы под заголовком «Это интересно!» и выполнить заключительное задание-исследование (урок 34).

А теперь переверните страницу – и узнайте много нового и интересного о том, как устроено всё, что только есть в мире, каким задумал его наш Господь и Создатель!

Иллюстрации заимствованы из следующих источников:

Обложка Depositphotos.com Goinyk Depositphotos.com Enika100 Сепрей Головин 1
Depositphotos.com Photography33 5 Wpclipart.com 7 Wikimedia.org Gisli Hjordleifsson 8
Wikimedia.org Argonne National Laboratory 9 Dreamstime.com Pathathai Chungyam 12
Depositphotos.com Andrey Armyagov 14 Public Domain 16 Public Domain 17 Sxc.hu Antonio
Azevedo 18a Public Domain 18b Sxc.hu Kriss Szkurlatowski 19 Imageshack 20a Sxc.hu Gluke
20b Wikipedia Stefan Didam 20c Wikipedia.org Packa 21a Wikimedia.org 21b Imageshack
22 Wikimedia.org 24 Wikimedia.org Eitan f. 26 Wikipedia.org Greg L. 29 Dreamstime.com
Renata Osinska 30 Wikipedia.org Poussin jean 31 Photopress.com PinkShot 32a CCSA 32b
CCSA 34 Wikipedia.org Wouter Hagens 35 Public Domain 37 Sxc.hu 37 Wikipedia.org SpreeTom
38a Wikimedia.org 38b Wikimedia.org PRHaney 41 Dreamstime.com Joanna Redesiuk 42a
Dreamstime.com Alexey Roslyakov 42b Dreamstime.com Thompson 44 Dreamstime.com Nikita
Rogul 45a Dreamstime.com Jolin 45b Imageshack 47 CCSA 48 Public Domain 49 Wikipedia.
org Niko Herlin 50 Depositphotos.com Данил Чепко 50 Wikipedia.org David Monniaux 51
Imageshack 53 flickr.com 54a Sxc.hu Ashley Peavler 54b Sxc.hu Scott Hildebrand 55 Wikimedia.
org Christopher from Salem OR USA 57 Wikipedia.org Andreas Tille 58 Dreamstime.com Tomas
Hajek 59 Wikipedia.org Itub 61 Wikipedia.org Cdang 62 Dreamstime.com Elena Sherman
63a Wikipedia.org kurtsik 63b Wikipedia.org Alvesgaspar 64 Wikipedia.org Mila Zinkova 66
Dreamstime.com Andrey Starostin 67 Imagehack 69 Wikipedia.org Pal Berge 71 Сепрей Головин
72 Public Domain 73 NOAA Commander John Bortniak 75 Wikimedia.org.org Johann Kerseboom
77 Depositphotos.com Alexander Shalamov 78 Depositphoto.com 80 Dreamstime.com Shirley Hu
82 Imageshack 83 Wikimedia.org 85 Wikipedia.org Joe Sullivan 87 Imageshack 88 Wikipedia.
org Mila Zinkova 89 Wikipedia.org Juhanson 89 Wikipedia.org Kristiaan from Haarlem The
Netherlands 90a Wikimedia.org 90b NASA 91 CCSA 92a CCSA 92b CCSA 93 Public Domain 96
Public Domain 97 Wikipedia.org Emijrp 100 Imageshack 101 Dreamstime.com Moodville 102
Photl.com 104 Photl.com 105 Wikimedia.org Chriusha 106a En.wikipedia.org EquatorialSky 106b
Wikipedia.org Claus Ableiter 106c En.wikipedia.org Beau96080 106d Wikimedia.org Yoshi 107
Wikimedia.org Dr. Eugen Lehle 108 Dreamstime.com Shirley Hu 109a CCSA 109b Wikimedia.
org Chris 73 111 Imageshack 112 Dreamstime.com Paul Reid 114 Dreamstime.com Denise Kappa
115 Flickr.com 116 Wikipedia.org Taboada 118 Wikipedia.org Amazur 119a Dreamstime.com
Marek Kosmal 119b Wikipedia.org Andshel 120 Wikipedia.org Водник 121a CCSA 121b Елена
Яковлева (Саки) 122 Zh.Wikipedia.org Iflwlou 123 Wikipedia.org Bfesser 124 Dreamstime.com
Promo98 127 Dreamstime.com Zdeno Koren 128 Wikipedia.org Dstary 129 Wikipedia.org Pcb21
Pete 131 Dreamstime.com Julian Rovagnati 132 Public Domain 133 Wikipedia.org Annabel 134
Public Domain 135 Wikipedia.org Bin im Garten 136 CCSA 137a Wikipedia.org Александр Лебе-
дев 137b De.Wikipedia.org Stefandiller 138 De.Wikipedia.org Smial 139 Wikimedia.org Martin
Schanz 140 Sxc.hu Alex Bruda 141 Dreamstime.com Pawel Strykowski 143 Toitumine.ee Инсти-
тут развития здоровья (Эстонская Республика) 144 Dreamstime.com Maria Dryfhout 145 Sxc.
hu Ariel da Silva Parreira 146 Wikipedia.org Harbor1 147 Imageshack 149 Wikipedia.org Kimberly
Vardeman 150a Sxc.hu Gokhan Okur 150b Public Domain 151 Wikipedia.org Mohammed Aliwi
152a Wikimedia.org.org B.navez 152b Wikipedia.org Luisovalles 154 Wikipedia.org lyzadanger
155 Wikipedia.org S.Lavr 157 Photopress.com 158 Wikipedia.org ElinorD 160 Dreamstime.com
Zllgzy894 162 NASA 163 Sxc.hu M van den Dobbelsteen 165 Wikipedia.org Mila Zinkova

часть **1**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Научный метод изучения мира
- Качественные и количественные наблюдения
- Инструменты для измерения различных свойств веществ
- Единицы измерения

ТЕМЫ УРОКОВ

- урок 1. ВВЕДЕНИЕ
В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНУЮ НАУКУ 8
- урок 2. НАУЧНЫЙ МЕТОД 12
- урок 3. НАУЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ 17
- урок 4. МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕР 24

урок 1

ВВЕДЕНИЕ
В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНУЮ
НАУКУ

Изучаем вещество



СЛОВАРЬ:

- материя
- вещества
- химия
- эксперимент

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- операционная наука
- наука о происхождении
- натурализм
- эволюция
- теория сотворения



Как учёные проводят эксперименты?

Знаешь ли ты, что такое наука? Может, и сам подумываешь стать учёным? Возможно, ты любишь животных и хочешь знать о них всё-всё? А может, хочешь стать космонавтом или инженером-изобретателем?.. Это замечательные желания.

Но помни: чтобы заниматься научной работой серьёзно, нужно знать и уметь очень многое.

Биология, астрономия, физика – всё это очень важные науки, но мы-то с тобой сейчас открыли книгу, посвящённую химии. Так что приготовься узнать много интересного о том, что изучает эта область научного знания.

Как можно назвать одним словом то, из чего состоит всё во Вселенной? Учёные используют для этого слово **материя**. Они поясняют: материя – это то, что обладает массой и занимает пространство. По-другому материю называют ещё **вещество**. Так же принято называть и отдельные виды материи: **вещества**.

Очень важно знать и понимать, как ведёт себя материя в различных условиях. Именно это изучают *естественные науки*. Одна из важнейших наук – это химия. Ты биолог, и стремишься понять, как устроены растения и животные? Тебе понадобятся

знания по химии. Ты астроном, и задаёшься вопросом: что такое звёзды и почему они светят? Учи химию. Хочешь узнать, как устроен твой компьютер? Химия поможет и тут. Да и обед приготовить тоже сложно, если не знаешь, как одно вещество реагирует с другим. Без химии, её законов не обходится ни одна область жизни.

Химия изучает состав всех веществ и то, как одни из них вступают в реакцию с другими. Вместе с тем, в этой книге ты узнаешь немало и о таких свойствах веществ, которыми занимается другая наука – *физика*. Наверное, правильное всего было бы сказать: ты взял в руки учебник по *физической химии*. Или так: информация о веществах, которую тебе предстоит узнать, находится на стыке двух наук.

Но как же нам исследовать материю, как мы можем изучать вещества? Лучший способ – проводить эксперименты. **Эксперимент** – это опыт, который показывает, что именно происходит при тех или иных определённых условиях. В этой книге ты

найдёшь задания поставить разнообразные интересные опыты. Экспериментируя, ты сам убедишься в том, какие законы природы действуют в мире.

Но прежде, чем ты начнёшь проводить опыт (эксперимент), нужно подумать: какова цель этого опыта, что ты собираешься узнать? Кроме того, нужно представить себе, что именно может произойти в ходе эксперимента, а уже после этого распланировать его ход, чтобы проверить: получится ли всё именно так, как ты думал, то есть прав ты или нет?

Тебе уже не терпится начать ставить опыты? Что ж, давай вместе проведём твой первый эксперимент!



ХИМИЯ – ЭТО ИНТЕРЕСНО

Цель: Понять, как нужно проводить научный эксперимент.

Необходимые материалы: металлическая ложка, деревянная ложка, пластиковая линейка, карандаш, сливочное масло, нож для масла, большая чашка или кружка, горячая вода, секундомер или часы с секундной стрелкой, лист бумаги и ручка для записей хода эксперимента.

Ход работы

1. Вспомни, что ты знаешь о свойствах металла, стекла, дерева. Подумай: какой из этих материалов лучше всего проводит тепло? А какой – плохо? Расположи на столе металлическую ложку, деревянную ложку, пластиковую линейку, карандаш и нож для масла в следующем порядке: слева – предмет, который, как тебе кажется, лучше всего проводит тепло, а потом, по убывающей, все остальные (чтобы справа оказался наименее *теплопроводный* предмет). Запиши порядок расположения.
2. Положи небольшой кусочек холодного масла на кончик каждого из предметов.
3. Поставь все предметы в большую чашку намазанным концом вверх.
4. Налей в чашку горячей воды. Наливай осторожно, чтобы вода не попала на масло.
5. Возьми секундомер (или часы с секундной стрелкой) и заметь время, через которое масло на каждом из предметов начнёт таять. Запиши полученные результаты.
6. Сравни эти результаты с тем, что ты предполагал перед опытом.



Вопросы

- Действительно ли масло растаяло быстрее всего именно на том предмете, о котором ты думал, что он проводит тепло лучше всего?
- Какой предмет на самом деле лучше всего проводит тепло? Какой предмет нагревался медленнее остальных?

Вывод

Опираясь на свои знания, ты сделал предположения. Потом поставил эксперимент, точно следуя его плану, и полученные результаты сверил со своими предположениями. В итоге ты получил данные о теплопроводности некото-

рых материалов. Много нового о том, как нужно ставить эксперименты, ты узнаешь на следующем уроке, где речь пойдёт о *научном методе*.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что такое материя?
 - Что изучают учёные-химики?
 - Что такое эксперимент?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Почему так важно изучать химию?
 - Что необходимо знать, прежде чем начинать эксперимент?



ОПЕРАЦИОННАЯ НАУКА И НАУКА О ПРОИСХОЖДЕНИИ

Ты уже знаешь, что химия – это наука о том, как различные вещества вступают в реакцию друг с другом. Химия относится к числу наук, данные которой получают в результате наблюдений. Ты можешь наблюдать за ходом и результатами экспериментов, которые проводишь, а также за процессами, происходящими в мире независимо от тебя.

Чаще всего под словом «наука» понимают именно такие её отрасли, где можно проводить эксперименты, многократно их повторять и наблюдать за их ходом, или же просто проводить наблюдения. Например, астроном способен в результате наблюдений вычислить расстояние до той или иной звезды. А биолог в состоянии провести перекрёстное опыление двух растений и наблюдать, какой в результате получится цветок или плод. Учёные исследуют новые сплавы на прочность, проверяют, сколько энергии выделяется при сгорании того или иного вида топлива. Эксперименты и наблюдения можно воспроизвести и повторить, их результаты могут проверить и перепроверить другие учёные. Экспериментальная, или **операционная наука** располагает огромным количеством информации о том, как всё в мире устроено и как работает.

Но есть такие научные вопросы, которые невозможно исследовать наблюдением и экспериментом. Нельзя поставить эксперимент, чтобы узнать, что происходило в далёком прошлом: например, откуда появились во Вселенной материя и энергия. Эту область науки часто называют **наукой о происхождении**. Она не анализирует результаты множества экспериментов, как это делает операционная наука; она смотрит на то, что окружает нас сейчас, и пытается объяснить, откуда всё это появилось.

Существуют два основных взгляда на происхождение мира. Одни учёные утверждают, что Всемогущий Бог создал всё, что есть во Вселенной. Другие считают: Бога нет, существует только то, что мы способны видеть или обнаружить в ходе эксперимента. Такая точка зрения называется **натурализм**. Она полностью отрицает возможность сверхъестественного, считая допустимыми объяснениями только естественные факторы и причины.

Ни одна, ни другая теория происхождения мира не может быть доказана экспериментально. Мы не в состоянии отправиться в прошлое и посмотреть, как во Вселенной появлялись планеты. Мы не можем увидеть, как возникла материя. Собственно говоря, все опыты, которые ставились ранее, показали, что материю невозможно ни создать, ни уничтожить. Это доказано таким гигантским количеством экспериментов, что уже давно считается *физическим законом*.

Какую же их этих теорий нам принять, если их невозможно проверить экспериментально, если нельзя воссоздать ситуацию и процессы, происходившие в далёком прошлом? Выбор одной из них – это вопрос веры. Либо всё, что существует, создано Богом; либо весь мир – это только природа, возникшая и изменяющаяся вследствие естественных природных процессов, путём **эволюции** (постепенного развития, исходящего случайным образом).

Бог – вот единственный Свидетель сотворения мира. В Своём слове – Священном Писании, Библии – Он открыл нам, что мир был создан Им за шесть дней (книга Бытия 1; Исход 20:11).

Когда разговор ведётся о научных теориях, предположениях и выводах – очень важно понимать, какую науку мы обсуждаем: операционную или науку о происхождении? От этого зависит, на фактах или на вере построены данные рассуждения.

Вот несколько вопросов, которые помогут тебе оценить те или иные научные утверждения.

1. Что утверждает учёный? Каковы цели его исследования?
2. На чём построено его утверждение: на экспериментах, которые можно повторить, или он пытается объяснить что-то, что могло произойти давно, в прошлом?
3. Какие предположения делает учёный?
4. Противоречит ли его утверждение сказанному в Библии?

Если учёный утверждает, что может доказать, каким образом что-то происходило в прошлом (но не происходит сейчас), он имеет дело не с операционной наукой, а с наукой о происхождении. Это относится и к сторонникам теории эволюции, и к приверженцам **теории сотворения**. Если же исследователь ведёт речь о том, что можно наблюдать сегодня, он представляет операционную науку. Все желающие могут повторить его эксперименты и проверить, прав он был или нет.

Вот несколько научных предположений. Задай к каждому из них вопросы, о которых мы только что говорили. Попробуй определить, какие утверждения относятся к операционной науке, а какие – к науке о происхождении.

1. *Найденные кости древних обезьянообразных существ говорят об эволюции человека.*
2. *Углеродные нанотрубки – это новое слово электроники из-за их уникальных полупроводниковых свойств.*
3. *Возраст горных пород на данном участке суши исчисляется миллионами лет.*

Первое утверждение относится к области науки о происхождении. Учёный исследует какие-то кости. Он видит, что они похожи на кости обезьян, которые живут в наше время. Но невозможно провести никаких экспериментов, способных подтвердить, что в процессе эволюции одни существа превратились в других существ. Исследователь костей выдвигает своё предположение о том, что они доказывают; но у него нет никаких экспериментальных подтверждений этого. Наконец, такое утверждение противоречит сказанному в Библии: что человека создал Бог.

Второе утверждение относится к операционной науке. Углеродные трубки действительно обладают ярко выраженными свойствами полупроводника, и это можно подтвердить экспериментально. Найдут ли нанотрубки широкое применение в будущем – пока неизвестно, но сами их свойства вполне можно проверить сегодня, сейчас.

На первый взгляд может показаться, что вопрос возраста пород тоже относится к сфере операционной науки. Ведь учёные, определяя этот возраст, проводят множество экспериментов. Но на самом деле опыты и эксперименты позволяют определить лишь относительное количество химических элементов, которые содержатся в горных породах. А выводы о возрасте – это всего лишь *интерпретация*, толкование полученных *объективных данных*. К тому же не все эти опыты построены на верных предположениях – а в таких случаях результаты получаются недостоверными. Данная научная версия относительно возраста пород противоречит тому, что сообщает нам Библия.

Итак, теория эволюции рассматривает вопросы происхождения, она не является операционной наукой.

Будь мудрым исследователем. Задавай себе вопросы, ответы на которые помогут понять точку зрения других учёных.



урок 2

НАУЧНЫЙ МЕТОД Как это делают учёные?



СЛОВАРЬ:

- учёный
- научный метод
- гипотеза
- контроль переменных



Что такое научный метод?

Мы уже много раз произнесли слово «учёный». А кто это такой? **Учёный** – это человек, производящий наблюдения и приводящий их в систему с целью изучения физического мира и того, как всё в этом мире происходит. Учёные изучают то, что можно наблюдать, измерить, с чем можно провести эксперимент.

За многие столетия исследований учёные разработали особый подход к изучению мира, который называется **научный метод**. Это не свод правил, а, скорее, способ мышления, систематический, логический подход, при котором для получения

данных необходимы наблюдения и эксперименты.

В самом общем виде научный метод можно разделить на пять стадий – шагов.

1. Изучи что-либо – проведи наблюдения.
2. Сформулируй вопрос – определи проблему.
3. Предложи решение – выдвини **гипотезу** (предположение, догадку)
4. Разработай способ проверить свою гипотезу – поставь эксперимент, запиши наблюдения и результаты.
5. Проверь, подтверждают ли полученные результаты твою гипотезу – сделай вывод.

Ты используешь этот метод каждый день, хотя и не осознаёшь этого. К примеру, у тебя есть комнатное растение. Ты знаешь, что растениям нужны вода и солнечный свет, иначе они не будут расти. Ты наблюдаешь и видишь, что твой цветок выглядит не очень-то здоровым. Тогда ты определяешь проблему: ему чего-то не хватает. Затем выдвигаешь гипотезу – предполагаешь, что цветок нужно полить. Проверяешь свою догадку (гипотезу), поливая растение. Затем тебе остаётся проверить, верна ли твоя гипотеза: ты смотришь, ожил ли цветок после полива. Если растение стало выглядеть лучше, ты делаешь вывод, что твоя гипотеза была верной. Если же улучшения не произошло, ты выдвигаешь новую гипотезу: цветку не хватает света. Скорее поставь его на окно, выходящее на юг!

Давай внимательнее рассмотрим каждый из этапов научного процесса.

Во-первых, сначала нужно *собрать информацию* по интересующему тебя вопросу. Это можно сделать с помощью простого наблюдения, используя свои пять чувств (зрение, слух, обоняние, вкус и осязание). Можно также провести небольшое предварительное исследование: найти информацию в книгах и интернете. Необходимо (и очень полезно) учиться у тех, кто шёл впереди нас. Без знания чужого опыта нам не обойтись. Нет никакого смысла изобретать велосипед заново, если другие люди уже решали сходную проблему. Ты можешь использовать информацию, которую они получили и любезно предоставили всем.

Во-вторых, необходимо *сформулировать проблему*, задав вопрос. Для этого нужно любопытство. Тебя должно интересовать, почему и как вот это и вот это происходит, и что будет, если я сделаю вот так?.. Все великие изобретения начинались с того, что их авторы однажды задали себе вопрос: «А можно ли сделать это лучше (удобнее, быстрее, проще и так далее)?» Господь даровал человеку неиссякаемое любопытство, и Он хочет, чтобы мы использовали своё стремление узнать что-то новое на благо себе, другим людям и во славу Божию.

Как только ты очертишь границы проблемы, которая требует решения, или поставишь вопрос, на который нужно найти ответ, *постарайся предположить*: каким именно этот ответ может быть. Такая догадка будет основана на твоих наблюдениях и предварительно собранных данных. Например, если у тебя по-прежнему чахнет цветок, спроси себя, как ты можешь помочь ему. Ты узнал из книг, что растениям для нормального роста необходимы не только вода и солнечный свет, но ещё и питательные вещества. Тогда ты предполагаешь возможное объяснение ситуации (ответ на свой вопрос): может быть, твой цветок пожелтел и перестал расти потому, что земля в цветочном горшке истощилась и не обеспечивает растение необходимыми ему питательными веществами? Это разумная гипотеза, выдвинутая на основе информации, которую ты собрал о растениях. Глупо и необоснованно было бы предположить, что твоему кактусу для усиления роста нужно побольше... ну, скажем, шоколада.

Следующий шаг – *продумать опыт*, с помощью которого ты докажешь свою догадку или опровергнешь её. Эксперимент должен быть организован так, чтобы за один раз проверять один параметр. Если ты попробуешь проверять одновременно несколько параметров, то не сможешь узнать, какой из них вызывал наблюдаемые тобой изменения. Допустим, ты перенесёшь растение из тёмной комнаты в солнечную и при этом начнёшь усиленно поливать его специальными удобрениями. Цветок начнёт бурно расти, но ты не сможешь выяснить, что ему помогло: солнечный свет в достатке, подкормка, или то и другое вместе. Чтобы быть уверенным в результатах, нужно изменять только один параметр. Этот принцип называется **контроль переменных**. Сначала подкорми растение удобрениями, но оставь на прежнем месте, в тени. Если оно оживёт, ты будешь точно знать, что света ему было достаточно, а вот подкормки не хватало. Если же растение продолжит чахнуть, попробуй передвинуть его ближе к солнечному свету. Изменяй только один параметр, одно условие, и ты сможешь понять причины изменений, происходящих в ходе эксперимента.

И, наконец, после того, как ты закончишь свой опыт, нужно *сделать вывод*: подтверждают ли полученные результаты твою гипотезу. Не страшно, если она оказалась неверной. Отрицательный результат – тоже результат. Когда учёный Томас Эдисон искал материал для изготовления электрической лампочки, он перепробовал сотни различных вариантов, пока нашёл то, что давало нужный эффект. Главное – понять, почему твоя догадка оказалась ошибочной, и в следующий раз попытаться

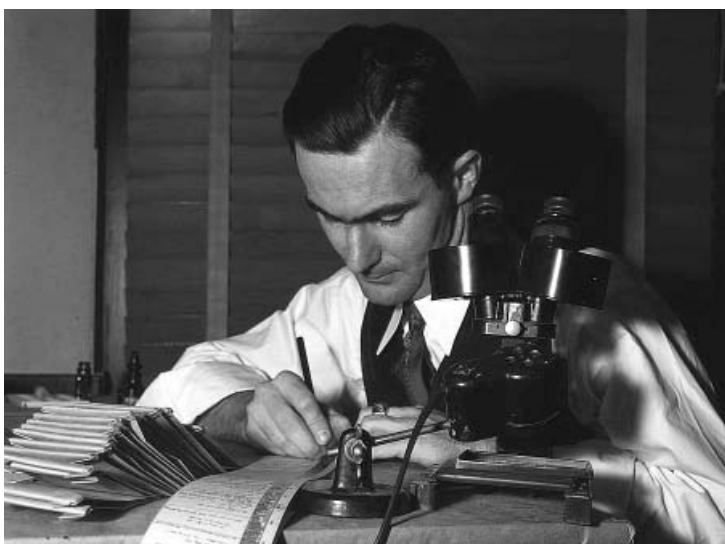
предложить идею получше. Именно так учёные совершенствуют свои знания, приобретают драгоценный научный опыт. И ещё очень важно поделиться полученным опытом с другими, чтобы им не пришлось повторять те же ошибки, какие совершил ты. Разумеется, положительными результатами тоже нужно делиться!

У научного метода есть свои рамки; не всё ему подвластно. Не все вопросы имеют ответ, и не все задачи можно решить экспериментальным путём. Научный метод применим только к физической материи.

Нельзя с помощью науки установить правильность или ошибочность человеческого поведения, нельзя подтвердить моральные законы, нельзя определить, что хорошо, а что плохо. Для решения такого рода вопросов нужно обращаться к Библии.

И вот что ещё важно помнить. Выводы учёного могут быть сделаны не только на основе объективных данных, полученных в ходе наблюдений и экспериментов. Убеждения исследователя также могут стать подоплёкой для его выводов. К примеру, многие учёные не верят в существование сверхъестественной силы. Исходя из этого отрицания, они и объясняют результаты своих опытов. Принимаясь изучать мир, они изначально уверены: всё, что мы видим сейчас, появилось исключительно вследствие естественных причин и процессов. А когда на мир смотрит учёный, верящий Слову Божьему, он понимает, что этот мир сотворён Господом, но потом он «испортился», изменился. Это произошло после грехопадения Адама и Евы, ослушавшихся Бога.

Убеждения людей, их вера всегда определяют, как именно тот или другой учёный будет толковать результаты опытов и исследований. Мы верим в Бога, и для нас во главе угла – Его Слово. Всё, что происходит в мире, мы объясняем с этой точки зрения. Ведь мы знаем, что Божье слово – истинно.



Учёные проводят эксперименты очень тщательно, записывая каждый полученный результат



ХИМИЯ – ЭТО ИНТЕРЕСНО

Цель: Определить, какой подсластитель заставит дрожжевое тесто подняться быстрее.

Необходимые материалы: три одинаковые пустые бутылки, тёплая вода, дрожжи, сахар, мёд, три воздушных шарика, рулетка или портновский сантиметр, бумага, ручка.

Ход работы

Попробуй применить научный метод к решению бытовой задачи:

А. Изучи информацию. Ты когда-нибудь видел, как поднимается дрожжевое тесто? Вот его только-только замесили, и оно занимает лишь четверть кастрюли. Но прошло совсем немного времени, и оно уже вылезает

из кастрюльки. Тесто поднимается потому, что крохотные организмы – *дрожжевые грибки* или просто *дрожжи* – соединяются в нём с подсластителем и выделяют газ, который и заставляет тесто «расти».

Б. Задай вопрос. Какой подсластитель нужно добавить в тесто, чтобы получился самый пышный хлеб?

В. Выдвини гипотезу. Сахар и мёд – самые распространённые подсластители. Догадайся, какой из них сделает тесто пышнее. Запиши своё предположение на листе бумаги.

Г. Распланируй и проведи эксперимент.

Не забывай: ты должен контролировать переменные! Это означает: нужно изменять только один параметр за один шаг.

1. Возьми три одинаковые пустые бутылки. Маркером пометь каждую из них цифрами 1, 2 и 3.
2. Налей 1 чашку тёплой воды (около 37 °C) в каждую из бутылок.
3. В каждую бутылку добавь 1 чайную ложку сухих пекарских дрожжей. В бутылку № 1 больше ничего не добавляй.
4. Добавь 2 столовые ложки сахара в бутылку № 2 и 2 столовые ложки мёда в бутылку № 3.
5. Осторожно перемешай содержимое бутылок, аккуратно встряхивая их около 30 секунд.
6. Когда содержимое бутылок перемешается, надень на горлышки по воздушному шарик. Они будут удерживать и собирать газ, выделяющийся при брожении дрожжей.
7. Через 15 минут возьми рулетку, портновский сантиметр или просто нитку (потом ты приложишь её к линейке). Измерь окружность каждого шарика и запиши полученные результаты.
8. Повторяй измерения каждые 15 минут в течение часа. Записывай результаты.

Д. Сделай вывод. Была ли правильной твоя догадка? Сколько газа (по сравнению с другими двумя бутылками) образовалось в бутылке с подсластителем, который ты выбрал? Если ты соберёшься печь хлеб или пироги, что добавишь в тесто для сладости? Запиши все ответы под результатами эксперимента.

Поздравляем! Задавшись вопросом, ты не стал действовать наугад или искать готовый ответ в книгах, а самостоятельно поставил опыт. Получить правильные результаты ты смог, потому что использовал научный метод. Даже если твоя первоначальная догадка оказалась неправильной, огорчаться нет причины: эксперимент дал тебе новые знания. Кроме того, опыты – это всегда интересно! Расскажи друзьям об этом опыте и о том, что ты узнал, поставив его. Подумай, как можно использовать научный метод в решении других задач.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?**
- Чем занимается учёный?
 - Какие вопросы естественная наука решить не может?
 - Назови пять шагов (этапов) научного метода.

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Зачем в твоём эксперименте была нужна бутылка № 1?
 • С какими ещё сладостями можно провести такой же эксперимент?
 • Какой подсластитель кладут в тесто у тебя дома?



ПРИДУМАЙ И ПОСТАВЬ ЭКСПЕРИМЕНТ

Проверь, как ты понял суть научного метода. Для этого придумай и проведи свой собственный научный эксперимент. Проверь любую свою гипотезу. Но сначала обязательно посоветуйся с родителями или учителем: безопасно ли то, что ты планируешь сделать. Получив их одобрение, начинай разработку эксперимента, следуя тем шагам, которые ты узнал из этого урока.

Приготовь для опыта специальную таблицу для записи данных, фиксируй в ней все полученные результаты. Последовательно, по одному, изменяй параметры. Не забудь сделать вывод, записать его, а потом поделиться полученными знаниями с другими.

Если у тебя не получается придумать, о чём будет твой опыт, вот несколько вариантов.

- Батарейка какой фирмы работает дольше всего?
- Влияет ли музыка на рост растений?
- Какой стиральный порошок лучше всего удаляет пятна?
- Из какого состава лучше всего выдувать мыльные пузыри?



НАУЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Правильно выбранный инструмент
облегчает работу

урок 3



СЛОВАРЬ:

- качественные исследования
- количественные исследования

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- микроскоп
- линза
- объектив
- окуляр
- зеркальный телескоп
- обсерватория

Чем отличаются количественные исследования от качественных?



Что бы ты ни делал, кем бы ни работал – без инструментов тебе не обойтись. Любой труд требует специальных орудий, приспособленных для определённой работы. Повару необходимы миксер, мерные чашки и стаканы, кастрюльки, ножи и сковородки. Плотник не сможет работать без молотка, пилы, рубанков, топора и множества других инструментов. Спортсмену нужны специальная одежда, обувь, приспособления для тренировки – тренажёры, лыжнику – лыжи и палки, футболисту – футбольный мяч, и так далее.

К чему это мы? К тому, что работа учёного тоже требует инструментов. И это не только лабораторные приспособления, специальная посуда и сложные приборы, но и особые приёмы исследования и оценки предметов и явлений.

Существуют два типа исследований: количественные и качественные. **Качественные исследования** – это выявление свойств и качеств изучаемого объекта, которые невоз-

можно непосредственно выразить в цифрах. К примеру, учёный может наблюдать цвет или структуру материала до начала опыта, во время эксперимента и после него. Главные инструменты, с помощью которых он проводит качественные исследования – это его пять чувств.

Какие качества или свойства веществ ты можешь исследовать с помощью своих чувств? Увидеть цвет, пузырьки, дым, оценить размер предмета и т.д. А ещё – потрогать предмет (чтобы ощутить его структуру и температуру), почувствовать запах, услышать шипение или попробовать на вкус.

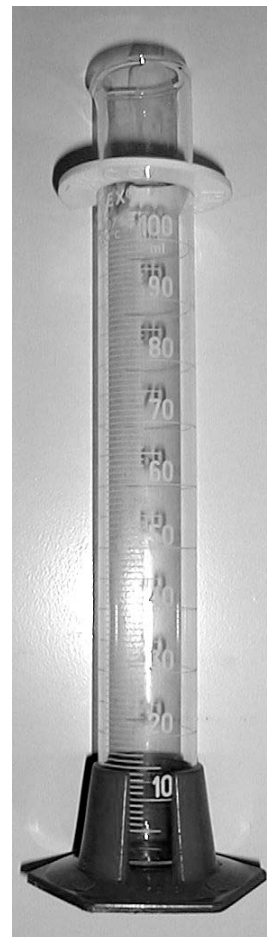
Только запомни:

**НЕЛЬЗЯ пробовать на вкус незнакомое вещество,
а нюхать его нужно ОЧЕНЬ ОСТОРОЖНО!**



Качественные исследования очень важны для науки. Тем не менее, их результаты не всегда объективны. Много зависит от наблюдателя: для кого-то это красный цвет, а для кого-то бордовый или розовый. Кому-то свет кажется ярким, кому-то очень ярким, а кто-то скажет, что свет тусклый. Поэтому там, где это возможно, учёные стараются проводить **количественные исследования**, результаты которых выражаются числами. Для проведения количественных исследований существуют всевозможные инструменты. Есть весы для измерения массы объекта, специальные измерительные цилиндры (не старинные шляпы, а стеклянные широкие трубки) со шкалой для определения объёма жидкостей, термометры для измерения температуры, спектрометры, которые измеряют длину световой волны... Этот список можно продолжать очень долго. С помощью инструментов учёные получают объективные данные, на основе которых потом делают точные выводы. Количественные данные позволяют сравнить результаты одного эксперимента с результатами другого.

В процессе исследований учёные получают огромное количество цифровых данных. Человек просто не способен проанализировать их все. Поэтому в современном мире у учёных есть ещё один помощник: компьютер. Это идеальный инструмент для сравнения, анализа и хранения данных.



Мерный цилиндр



Современные электронные весы пришли на смену традиционным рычажным или пружинным

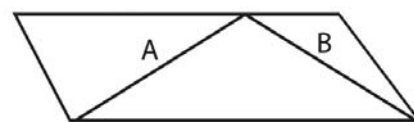
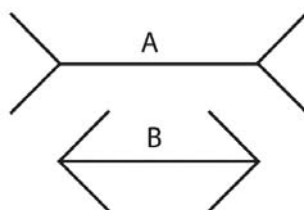
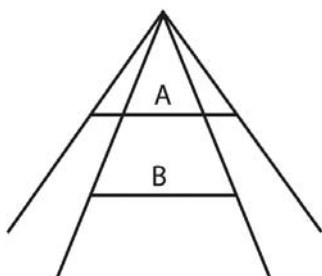
Количественные исследования более объективны, чем качественные, но и у них есть свои ограничения. У каждого измерительного прибора существует предел точности. Например, часы с циферблатом и секундной стрелкой измеряют время с точностью до секунды. Более точный цифровой таймер измерит, например, скорость протекания химической реакции с точностью до микросекунд. Исследователь должен знать предел возможности каждого прибора и тщательно подбирать для каждого эксперимента только ту аппаратуру, которая даст самый точный результат. Если ты хочешь стать учёным, ты должен научиться правильно проводить качественные и количественные исследования.



ДОВЕРЯЙ, НО ПРОВЕРЯЙ!

Не всегда качественным исследованиям можно доверять. Наше зрение очень легко обманывается.

Взгляни: на каждой из картинок изображены два отрезка, обозначенные буквами. Скажи, в каком случае отрезок А длиннее, а в каком – короче отрезка В.



С первого взгляда кажется, что на всех трёх рисунках отрезки А – длиннее. Но на самом деле отрезки А и В имеют одинаковую длину. Проверь, так ли это: возьми линейку и измерь длину каждого отрезка. Это количественное исследование поможет тебе сделать правильные выводы и избежать ошибок.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- Какая основная работа учёного при изучении материального мира?
- Какие два типа исследований совершает учёный?
- Каков основной недостаток качественных исследований?
- Какие научные инструменты используются в ходе количественных исследований? Назови несколько.

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Какие качественные исследования ты можешь сделать в ходе эксперимента из 1-го урока?
- А какие количественные исследования можно провести в том же эксперименте?





КАК УВИДЕТЬ ДАЛЁКИЕ И МАЛЕНЬКИЕ ОБЪЕКТЫ

Микроскоп и его «близкий родственник» телескоп – два важных научных инструмента. Оба прибора увеличивают изображения предметов с помощью системы линз. **Микроскоп** предназначен для получения увеличенных изображений очень мелких объектов. В его основе – совокупность двух **линз**, увеличительных стёкол.

Первая линза называется **объектив**. Она находится в непосредственной близости к рассматриваемому объекту. Сверху над ней, на определённом расстоянии, располагается другая линза (или специальный набор линз), установленная в **окуляре**. У некоторых микроскопов есть два окуляра, чтобы смотреть на объект сразу обоими глазами. Объектив увеличивает изображение в несколько раз, но главная его задача – фокусировать изображение предмета, который мы рассматриваем. Основное увеличение этого изображения – задача окуляра. Существуют микроскопы с увеличением в 10, 100 и даже в 1000 раз.

Микроскопом нужно уметь пользоваться. Возьми *предметное стекло* с препаратом, который ты хочешь рассмотреть, и помести его на *предметный столик*. Опустит объектив вниз, чтобы он почти касался предметного стекла. Пока объектив опускается, не смотри в окуляр, а следи, чтобы он не дотронулся до стекла. Если вовремя не остановиться, можно раздавить стекло или даже повредить линзу объектива. Вот когда объектив уже опустился достаточно низко, ты можешь посмотреть в окуляр и приподнять объектив в нужное положение, чтобы изображение сфокусировалось.



Такие достаточно простые микроскоп и телескоп могут быть в твоей школе или в научной секции

У микроскопа также есть два винта для настройки изображения. Это винт приблизительной настройки (*макрвинт*) и винт точной настройки (*микровинт*). С помощью первого из них изображение настраивают наилучшим образом из возможных, но оно ещё остаётся нечётким. Окончательную фокусировку делают, поворачивая второй винт. У некоторых микроскопов двигается предметный столик, чтобы можно было рассмотреть разные части предметного стекла с препаратом, не передвигая стёклышко и не отры-



А этот огромный телескоп установлен в обсерватории

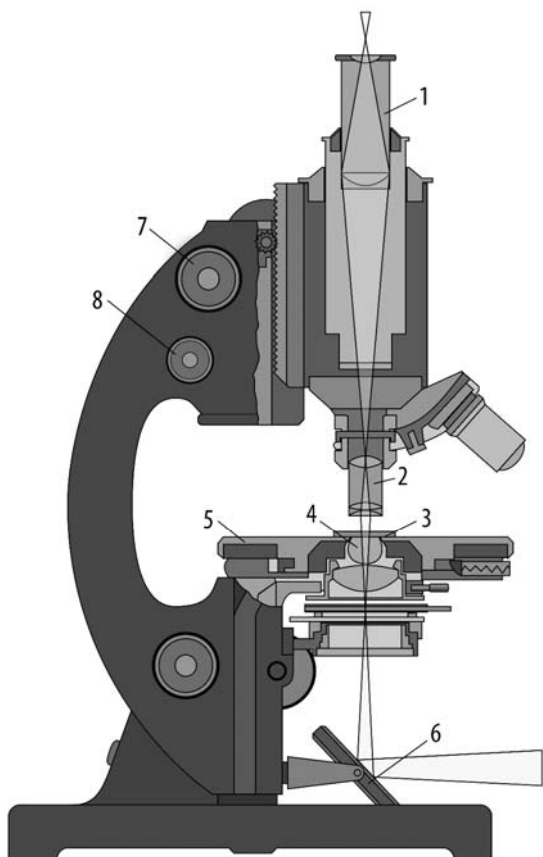


Схема микроскопа

- 1 – окуляр
- 2 – объектив
- 3 – предметное стекло
(изучаемый объект)
- 4 – конденсор
- 5 – предметный столик
- 6 – зеркало (источник света)
- 7 – макровинт
- 8 – микровинт

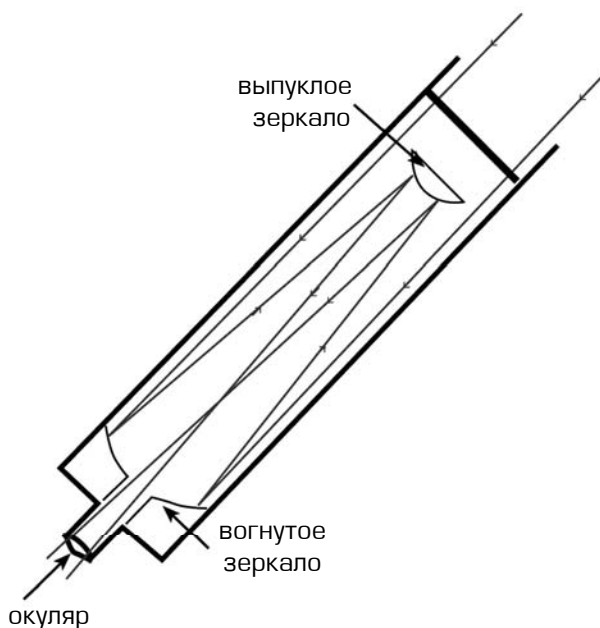


Схема телескопа

ваясь от окуляра. Иногда предусматривается возможность поворачивать предметный столик под различными углами, чтобы лучше рассмотреть ту или иную деталь изучаемого препарата.

В предметном столике есть отверстие, через которое подсвечивается предметное стекло. Это осуществляется при помощи зеркала в нижней части микроскопа. Оно отражает свет от какого-нибудь источника (Солнца или лампы) и направляет его вверх. У современных микроскопов между зеркалом и предметным столиком установлена ещё одна линза – *конденсор*. Она нужна для равномерного освещения изучаемого объекта.

Если у тебя есть микроскоп и препараты, которые можно изучить, примени полученные знания на практике. Если у тебя нет готовых препаратов, приготовь их сам: возьми кристаллы сахара и соли и посмотри, как отличается их форма.

В телескопе изображение тоже увеличивается с помощью линз, но с его помощью ты можешь увидеть объекты, которые находятся очень далеко. **Зеркальный телескоп** (или *рефлектор*) увеличивает изображение, не искажая его, с помощью системы линз и зеркал. Свет, идущий от далёкой звезды или другого небесного объекта, попадает в переднюю часть телескопа, затем отражается от вогнутого зеркала в задней его части, возвращается назад, попадает в другое, выпуклое зеркало в передней части, и уже отразившись от него, проходит через линзу окуляра.

Огромные телескопы для наблюдения особенно удалённых от нас небесных тел устанавливаются в специальных зданиях – обсерваториях. Обычно **обсерватория** стоит на возвышенности, с которой открывается большой кругозор во все стороны.

Если у тебя есть возможность пользоваться телескопом (в школе или в астрономическом кружке), не обязательно ждать ночи, чтобы полюбоваться звёздным небом или рассмотреть поверхность Луны. Днём телескоп можно использовать как мощную зрительную трубу и наблюдать через него удалённые объекты – здания, деревья.

Запомни: НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ нельзя смотреть в оптический телескоп на Солнце! Это неизбежно приведёт к слепоте!



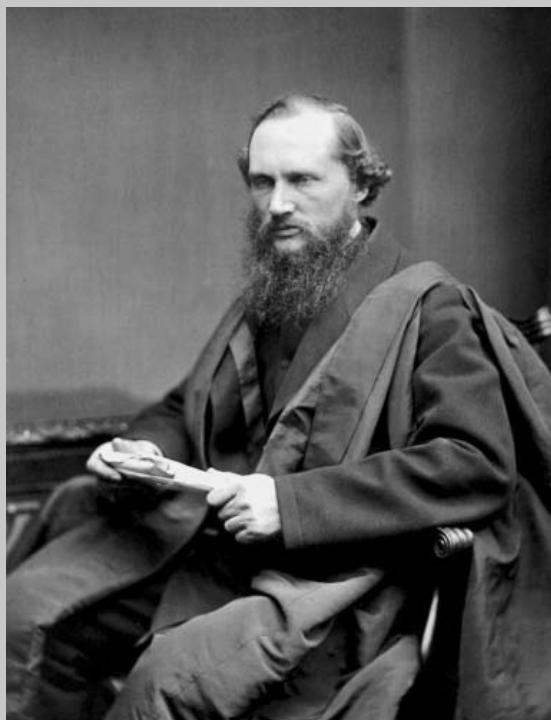
ЭТО ИНТЕРЕСНО!**ЛОРД КЕЛЬВИН
(1824–1907)**

Уильям Томсон, или лорд Кельвин, родился 26 июня 1824 года в Ирландии, в городе Белфаст. Он был третьим из семерых детей. Когда Уильяму было шесть лет, умерла его мать. Его отец, Джеймс Томсон, был известным математиком, преподавал в университете Белфаста; учебники, написанные им, выдержали десятки переизданий.

Джеймс рано начал знакомить сына с новейшими математическими открытиями. Уильям очень любил отца, и с большим рвением постигал знания. Он делал большие успехи: ещё подростком написал несколько научных работ, а в 15 лет был награждён золотой медалью за выдающиеся успехи в математике.

В 16 лет Уильям Томсон был принят в Кембридж, а через четыре года получил диплом бакалавра с отличием. В 22 года он был единогласно избран руководителем кафедры теоретической физики в университете Глазго – и возглавлял её до 75 лет. Во многих работах Томсон развивал теорию о связи электричества и магнетизма, а также о связи между электромагнетизмом и светом. Его работы помогли Джеймсу Максвеллу сформулировать уравнение, описывающее электромагнетизм. Это уравнение считается одним из самых выдающихся открытий XIX века. (О Максвелле ты можешь прочесть на странице 48)

Томсон активно участвовал в подготовке к проведению телеграфного кабеля по дну Атлантического океана. После ряда неудачных попыток он сначала тщательно исследовал теоретическую сторону вопроса, а потом на основе полученных результатов разработал практическую часть проекта. Попутно он сделал несколько важных выводов относительно электрических колебаний, которые затем были разработаны другими учёными. Решая вопросы проведения трансатлантического кабеля, Томсон ознакомился с нуж-



дами морского дела, и усовершенствовал навигационные приборы – лот и компас. За заслуги в разработке оборудования для передачи и приёма электрического сигнала в 1866 году Уильям Томсон получил дворянский титул, а в 1892 году королева Виктория пожаловала ему высокий титул пэра Англии. Так он стал Уильямом Томсоном, лордом Кельвином.

Из-за ошеломительной удачи с трансатлантическим кабелем лорда Кельвина пригласили стать своим партнёром две инженерно-консультационные компании, занимавшиеся разработкой и прокладкой подводных линий связи. Эта работа сделала учёного богатым человеком. Он купил себе яхту и прекрасное поместье.

Научные интересы лорда Кельвина были широки и разнообразны: он изучал электричество, магнетизм, занимался термодинамикой, гидродинамикой, геофизикой, геомагнетизмом, исследовал приливы, форму Земли, атмосферное электричество, земное вращение и многое другое.

В 1884 году лорд Кельвин разработал аналоговый прибор (прообраз компьютера) для измерения и определения уровня приливов в гавани. Данные можно было получить для любого часа любого дня в прошлом,

настоящем или будущем. Кельвин организовал компанию по производству этих приборов. Также он участвовал в публикации учебника по натурфилософии, то есть (как мы сейчас называем эту науку) по физике.

Заслуги лорда Кельвина в теоретической и прикладной науке были оценены его современниками: он получил почётные звания в учебных заведениях и научных обществах многих стран мира. Ему принадлежит множество открытий в самых разных сферах науки. Особую известность принесли учёному работы по точному измерению температуры. Он разработал температурную шкалу, которой теперь пользуются все учёные мира и которая носит его имя. Шкала Кельвина начинается с абсолютного нуля, с температуры, при которой останавливается движение молекул. Поэтому её называют ещё шкалой абсолютных температур. 0 градусов по шкале Кельвина – самая низкая температура из всех возможных.

Да, лорд Кельвин был выдающимся учёным и очень умным человеком, он совершил множество великих открытий. И тем не менее, он тоже ошибался. В 1890 году на съезде физиков этот выдающийся учёный заявил: «В области физики открывать больше нечего. Всё, что остаётся – разрабатывать более точные методы измерения». Ещё Кельвин полагал, что воздушные аппараты тяжелее воздуха летать не могут. Что ж, даже самый уважаемый и опытный учёный может делать отдельные ошибки. Однако это ничуть не обесценивает сделанные им совершенно верные выводы во всех остальных сферах его деятельности.

Лорд Кельвин был весьма проницателен. В то время новые теории рождались во множестве, и большинство из них вскоре рассыпалось в прах. В 1847 году Кельвин услышал о термодинамической теории Джоуля, которая противоречила существовавшим в то время взглядам. Однако Кельвин, изучив утверждения Джоуля, поддержал их. Он также способствовал продвижению теорий Фарадея и Фурье.

Когда Чарльз Дарвин обнародовал свою теорию эволюции, Уильям Кельвин

выступил против неё. Он был убеждён, что вся наука должна подчиняться одинаковым строгим законам, и что все теории должны проходить проверку на точность и достоверность. Для проверки эволюционной теории Кельвин применил уже имеющиеся научные знания. Например, Дарвин исходил из предположений, что процесс эволюции живых существ происходил очень долго, миллионы лет (а значит, Земля существует ещё дольше), и что в течение этого периода естественные условия оставались практически неизменными (все природные процессы происходили таким же образом, как и сейчас). Лорд Кельвин, исходя из принципов термодинамики, опроверг эти допущения, показав, что миллионы лет назад Земля должна была быть намного горячее её нынешнего состояния. Из-за высокой температуры на поверхности планеты должны были бушевать постоянные штормы и наводнения. Кроме того, согласно второму закону термодинамики (сформулированному, одновременно с Кельвином, тремя его современниками), в закрытой системе естественный порядок вещей стремится к хаосу. Это явно противоречит теории Дарвина о том, что живые существа с течением времени становятся более организованными и сложными.

Уильям Томсон, лорд Кельвин был истинным христианином, убеждённым, что наука подтверждает существование Разумного Творца. Он писал: «Математика и динамика бессильны, когда мы думаем о Земле – приспособленной для жизни, но безжизненной – и пытаемся представить себе, как зарождалась жизнь. Возникновение жизни абсолютно не зависело от какого-нибудь химического или электрического процесса или от молекул, сгруппированных в кристаллы. Нам надлежит остановиться и признать тайну и чудо сотворения живых организмов».

Лорд Кельвин умер 17 декабря 1907 года, в возрасте 83 лет. Он похоронен в Лондоне, в Вестминстерском аббатстве, рядом с сэром Исааком Ньютоном.

ЭКСПЕРИМЕНТ
1

СВОЙСТВА
ВЕЩЕЙ
2

СОСТОЯНИЯ
ВЕЩЕСТВА
3

КЛАССИФИКАЦИЯ
ВЕЩЕЙ
4

СМЕСИ
5

ХИМИЯ
НА КУХНЕ
6

урок 4

МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕР

Единицы, принятые в качестве стандарта



СЛОВАРЬ:

- Международная система единиц (СИ)
- метр
- килограмм
- литр

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- шкала Мооса
- шкала Бофорта
- шкала Фудзиты
- шкала Саффира-Симпсона



Как мы измеряем?

Часто какую-то проблему учёные из разных стран решают сообща. Чтобы работать слаженно и продуктивно, им необходимо хорошо понимать друг друга. Поскольку они говорят на разных языках, то им нужно изучить и тот язык, на котором принято общаться в научном сообществе (часто это английский язык). Биологи и медики много веков назад договорились все основные термины переводить на латынь – язык Древнего Рима. Числовые значения тоже понятны всем. А чтобы учёным проще было понимать результаты количественных исследований, в научном сообществе была принята международная система мер.

В Великобритании и США традиционно пользовались древнеанглийскими единицами измерения, которые возникли ещё в Средние века. Длину измеряли в дюймах, футах, ярдах, милях, ладонях, пядях; для измерения массы/веса служили унция, фунт, стоун и тонны (малая и большая); объём жидкостей мерили в жидких унциях, пинтах, квартах, галлонах, баррелях, а ещё в ложках. Это были сложные, запутанные системы. При

переводе одних мер в другие нередко возникала путаница. Поэтому учёные всего мира решили разработать простую и удобную для всех десятичную метрическую систему. Её назвали **СИ**, по французскому названию – *Système International*, а мы называем её **Международная система единиц**.

Для каждого типа измерений в системе СИ есть своя стандартная единица. Для мер длины это **метр** (отсюда и одно из названий системы), для мер массы – **килограмм**. Единица измерения времени в этой системе – **секунда**; силы тока – **ампер**, температуры – **кельвин** (то есть градус по шкале Кельвина). Количество вещества с учётом его микроскопического строения в СИ измеряют единицами под названием **моль**, а единица силы света называется **кандела**.

Существуют также другие общепринятые единицы измерения, которые официально не относятся к Международной системе единиц, но их использование допуска-

ется вместе с единицами СИ. Это, в частности, *час*, *сутки* (единицы измерения времени, не являющиеся метрическими) и **литр** – метрическая единица измерения объёма, равная 1 кубическому дециметру (объём кубика, каждая сторона которого равна 10 сантиметрам). 1 литр воды при температуре 4 °С весит 1 килограмм.

Метрическая система очень проста, её легко запомнить, и работать с ней тоже легко. Если нужно измерить величину, которая значительно меньше или больше стандартной единицы, её соответственно делят или умножают на 10, 100, 1000 и так далее. Например, измерять длину канцелярской скрепки удобнее всего в *сантиметрах* (1/100 часть метра), а объекты,

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Раньше на Руси тоже была своя система мер, такая же сложная, как и в Англии. Некоторые единицы у них совпадали: например, фунт или миля. Но были и собственные единицы: вершок, аршин, сажень, верста (меры длины); доля, золотник, пуд, берковец (меры веса/массы). Как и в Англии, эти меры люди изобретали из «подручных» средств. Универсальным инструментом для измерения длины служила ладонь. Её ширина использовалась как мера в разных странах. Другой «международной» древней мерой длины был локоть. Вот только в разных местах эти меры отличались друг от друга: где-то немного короче, где-то – длиннее. Это и понятно: ведь у каждого из нас длина локтя и ширина ладони разнятся. Так что название было универсальным, а сама единица – нет. Этим она отличается от современной системы СИ, которая полностью универсальна.

Единицы метрической системы мер

× 1,000,000
 мега– (М)
 × 1000
 кило– (к)
 × 100
 гекто– (г)
 × 10
 дека– (да)

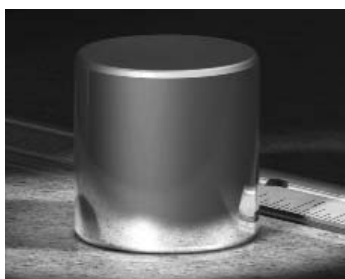
Основные единицы
 метр (м)
 килограмм (кг)
 литр (л)

1/10
 деци– (д)
 1/100
 санти– (с)
 1/1000
 милли– (м)
 1/1,000,000
 микро– (μ)



совсем крошечные (например, маленький винтик) – в единицах, которые ещё в 10 раз меньше: *миллиметрах*. А вот расстояние между городами измеряют в километрах (в 1 километре – 1000 метров).

Чтобы получить название такой *производной единицы*, нужно к названию основной стандартной единицы прибавить соответствующую приставку. Исключение составляет килограмм. Так сложилось исторически, что в его названии уже есть приставка «кило-». Поэтому названия других единиц массы образуют, прибавляя приставки к названию единицы измерения «грамм» (производная единица, равная 1/1000 килограмма).



Эталон килограмма

Таблица на предыдущей странице показывает, как образуются названия единиц в системе СИ. Например, для меры, которая в 1000 раз больше стандартной, приставка будет «кило-». Значит, 1000 метров – это километр, а 1000 грамм – это килограмм. В скобках указаны сокращения, которыми обозначается эта единица. Например, сокращённое обозначение сантиметра – см, километра – км.

Возможно, поначалу ты запутаешься во всех этих нулях, приставках и сокращениях, но после небольшой тренировки запомнишь всё отлично. Учёные придумали по-настоящему удобную систему. Она помогает не только им самим: все остальные люди тоже могут понимать их.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Сначала метром считалась одна десятиmillionная часть расстояния от Северного полюса до экватора. С 1960 до 1983 года метр определялся как число 1 650 763,73, умноженное на длину волны одной из частей оранжевого спектра, излучаемого в вакууме изотопом элемента криптона (⁸⁶Kr). Сейчас принято такое определение: метр – это длина пути, проходимого светом в вакууме за (1/299 792 458) секунды.



МЕРИМ ОБЩИМ АРШИНОМ

Цель: тренировка проведения измерений в Международной системе единиц.

Необходимые материалы: рулетка или портновский сантиметр, ровная пластиковая двухлитровая бутылка, мерный стакан, канцелярская скрепка, карандаш.

Опыт 1. Ход работы

1. Ты когда-нибудь мерил расстояние шагами? Сделай большой шаг. Как ты думаешь: он больше или меньше метра?
2. Встань возле окна в комнате и померяй, сколько твоих больших шагов от него до противоположной стены.
3. Теперь возьми рулетку или портновский сантиметр и измерь точное расстояние от окна до стены в метрах и сантиметрах.
4. Подсчитай, какова средняя длина одного твоего шага.

Опыт 2. Ход работы

1. У тебя есть двухлитровая бутылка, а тебе нужен только один литр воды. Как тебе его точно отмерить?.. Сначала подумай: возможно, ты самостоятельно отыщешь способ сделать это.

2. Поставь ровную пластиковую бутылку на стол перед собой. Мысленно проводи линию по её диагонали, от правой стороны горлышка до левой стороны дна.
3. Начни медленно наполнять бутылку водой из-под крана. Держи её, наклонив, над раковиной и следи за уровнем воды. Как только он достигнет намеченной тобой линии, убери бутылку от крана.
4. Возьми мерный стакан и проверь, действительно ли ты набрал литр воды.

Опыт 3. Ход работы

1. Положи на ладонь канцелярскую скрепку. Чувствуешь ли ты её вес? Масса маленькой скрепки – около 0,5 грамма.
2. Теперь поддержи на ладони карандаш. Что тяжелее? (Конечно, карандаш!) Сравни массу карандаша и скрепки. Как ты думаешь, сколько граммов в карандаше? (В зависимости от размера и толщины – от 5 до 10).
3. Подумай: как связаны друг с другом масса и вес предмета? (Ответ на этот вопрос – на следующем уроке).

Опыт 4. Ход работы

Несколько заданий на умножение и деление (по переводу одних единиц в другие).

- Ты налил в бутылку 1000 миллилитров воды. Сколько литров у тебя в бутылке?
- Сколько граммов в 20 килограммах?
- Расстояние от твоего дома до дома твоего друга – 40 гектометров. Сколько метров тебе придётся пройти, чтобы поиграть с ним в футбол?
- Длина твоего хомяка от носа до кончика хвоста – 60 миллиметров. Какова его длина в сантиметрах?
- Тебе подарили 6 декаграмм шоколада. Половиной ты угостил друзей. Сколько дециграмм шоколада им досталось?

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Какие меры длины использовали в Англии и США в старой системе мер?
 - Какая основная единица длины в метрической Международной системе единиц СИ?
 - Какая основная единица массы в СИ?
 - Использование какой единицы объёма допускается вместе с единицами СИ?

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Первый эталон (образец) единицы измерения длины – метра – был изготовлен во Франции в 1795 году. 94 года спустя, в 1889 году, копии нового, более точного эталона были переданы в страны, где метр признали стандартной единицей длины. Эталоны, сделанные человеческими руками, сейчас используются только в качестве музейных экспонатов – кроме эталона килограмма: этот цилиндр из дорогостоящего сплава металлов по-прежнему играет роль международного эталона массы. Он хранится в Международном бюро мер и весов в одном из помещений Парижа. Все остальные единицы теперь определяются с помощью фундаментальных физических свойств и законов, их вычисляют и уточняют с помощью компьютеров. В каждой стране есть организации, ответственные за это: палаты мер и весов.



ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- В каких метрических единицах лучше измерять расстояния внутри комнаты?
- В каких метрических единицах лучше измерять расстояния от одного города до другого?
- В каких метрических единицах лучше измерять толщину волоса?
- Почему учёные всего мира используют именно метрическую систему мер?



КАК ИЗМЕРИТЬ СИЛУ ВЕТРА?

Метрическая система мер прекрасно подходит для многих областей науки. Но не всё можно измерить в метрах, литрах и граммах.

Например, в каких единицах выразить *твёрдость* или мягкость минерала или породы? В Международной системе единиц (СИ) есть единицы площади, объёма, длины, массы, плотности, силы, напряжения... – но нет единиц твёрдости. Учёным пришлось разработать для этого специальную шкалу. Она называется **шкалой Мооса** или *минералогической шкалой твердости*. В качестве эталонов выбраны 10 минералов, расположенных в порядке возрастающей твёрдости. Самый мягкий минерал – тальк, самый твёрдый – алмаз. Каждый последующий минерал царапает все предыдущие, но на нём оставляют царапины все последующие. Твёрдость возрастает от минерала к минералу неравномерно. Поэтому шкала Мооса не является метрической.

Штормовой ветер тоже не вписывается в метрическую систему. СИ позволяет измерить скорость ветра (в километрах в час), и количество выпавших осадков (в сантиметрах). Но эти данные не покажут полную картину и *силу ветра*. Для этого необходимо оценить, какое действие оказывают порывы ветра на территорию, по которой они передвигаются. **Шкала Бофорта** – двенадцатибалльная шкала, принятая Всемирной метеорологической организацией для приблизительной оценки скорости ветра по его воздействию на наземные предметы или по волнению в открытом море. По этой шкале 0 – штиль (ветра нет), а 12 баллов – ветер катастрофической ураганной силы. Каждому баллу соответствует своя скорость ветра и его характерное действие на суше и на море. Например, если за окном ветер 4 балла по шкале Бофорта, это умеренный бриз, скорость ветра около 21–29 км/ч. Ветер такой силы поднимает пыль и мусор, приводит в движение тонкие ветви.

Шкала Фудзиты служит для классификации *торнадо* (смерчей). Она состоит из 13 категорий, от F0 до F12. При этом интервал между F0 и F1 соответствует 11 и 12 баллам шкалы Бофорта, а категории торнадо от F6 до F12 были предложены чисто теоретически (при них, случись такое несчастье, невозможно было бы даже определить силу ветра, потому что не уцелели бы сами измерительные приборы). Чаще всего встречаются смерчи категорий F1 и F2. Смерч F0 называется штормовым, он повреждает дымовые трубы, ломает телевышки и старые деревья, сносит рекламные вывески. Самый сильный смерч, занесённый в Книгу рекордов Гиннеса, произошёл в США в городке Вичита Фоллс штата Техас 2 апреля 1958 года. Максимальная скорость ветра составляла 450 км/ч. Это торнадо по шкале Фудзиты относилось к категории невероятных (F5). Смерчи такой категории сносят с фундамента прочные дома и переносят их обломки на значительные расстояния, уносят вырванные с корнем деревья, сдувают почву, срывают асфальт, переносят тяжёлые автомобили на расстояние более 100 метров. К счастью, они встречаются очень, очень редко.

Шкала Фудзиты больше внимания уделяет описанию урона, причиняемого смерчем, чем описанию его скорости и формы воронки. Существует подобная ей **шкала Саффир-Симпсона**, по которой измеряется потенциальный ущерб от *ураганов*. Она включает в себя 5 категорий.

Ещё одно природное явление, для которого не так просто изобрести линейку, – это *землетрясения*. Хочешь узнать, как измеряют их силу, и сколько способов существует для этого? Прочти об этом в учебнике «Планета Земля» или поищи информацию в книгах и интернете.

часть **2**

СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Разница между массой и весом
- Связь между массой, объёмом и плотностью
- Связь между плотностью и плавучестью

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 5. МАССА И ВЕС	30
урок 6. СОХРАНЕНИЕ МАССЫ	34
урок 7. ОБЪЁМ	37
урок 8. ПЛОТНОСТЬ	41
урок 9. ПЛАВУЧЕСТЬ	44



урок 5

МАССА И ВЕС
Какая, собственно, разница?

СЛОВАРЬ:

- масса
- инерция
- вес
- ньютон

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- фунт
- унция



Почему масса и вес – разные понятия?

Когда учёный исследует какой-нибудь объект, первое, что его интересует – сколько вещества у него имеется. Количество вещества (в нашем обычном, а не в строго научном понимании) определяют в единицах массы.

Масса объекта не зависит от его формы. Возьми кусочек пластилина, скатай его в шарик, а потом расплющ в блин, – пластилина будет столько же, сколько ты взял из коробки. Его масса не изменилась.

Часто люди путают понятия «масса» и «вес». В обычной, повседневной жизни для нас нет большой разницы, что написано на пакете сахара или крупы: вес это или масса. Но для учёных это два разных понятия. **Масса** – это достаточно сложное свойство вещества: она выражает способность объекта сохра-

нять своё поступательное движение. Например, чем больше масса шарика, который катится по ровному полированному столу, тем труднее задержать его, подтолкнуть или отклонить от заданного направления. Этому будет мешать **инерция** – свойство любого объекта сохранять вою скорость. Или, как мы сказали выше, в обычном понимании (не учитывающем молекулярную структуру) масса – это количество вещества в объекте.

Вес же – это сила, с которой физическое тело действует на опору или на горизонтальный подвес. На нашей планете вес – это сила, с которой данное тело притягивается к Земле под воздействием *гравитации*. В космосе, в условиях невесомости, вес всех тел равен нулю; а вот масса у каждого тела своя, она остаётся неизменной.

Массу предмета можно измерить с помощью *рычажных весов*, сравнивая её с уже известной, *эталонной* массой. Делается это так: ты берёшь предмет, массу которого нужно узнать, и кладёшь его на одну чашу весов. На другую чашу помещаешь предметы с известной тебе массой (обычно это гирьки) – до тех пор, пока чаши весов не уравновесятся. Например, нам интересно, какая масса у карандаша. Кладём карандаш на чашу весов, а на другую ставим гирьки весом в 1 грамм до тех



Рычажные весы с чашками и гирьками измеряют массу. А внутри напольных весов есть пружина, и те цифры, которые ты видишь на шкале – это твой вес.

пор, пока чаши не придут в равновесие. Считаем гирьки – и наш эксперимент по определению массы карандаша окончен.

Вес измеряется с помощью *пружинных весов*. Предмет прикрепляется к концу пружины, подвешенной за второй конец. По степени растяжения пружины и определяют вес объекта. Существуют весы, у которых пружина скрыта внутри корпуса. Предмет помещают сверху, и вес определяют по степени сжатия пружины. По такому принципу работают, например, напольные весы.

Единица измерения массы в СИ – *килограмм*. В килограммах выражается масса крупных объектов – например, человека или автомобиля. Масса предметов поменьше, к примеру, конфеты или карандаша, измеряется в граммах (1/1000 килограмма). Единица измерения веса в СИ – **ньютон**, получивший своё имя в честь великого учёного сэра Исаака Ньютона.

Часто в повседневной жизни люди используют слово «вес», хотя фактически речь идёт

о «массе». Например, мы говорим, что какой-то объект «весит один килограмм», несмотря на то, что килограмм представляет собой единицу массы. Слово «вес» написано на пакетах с продуктами, хотя указана там именно масса. Также «весом» традиционно называют массу тела человека: «Сколько ты вешишь?» – «Тридцать восемь килограммов».

Но теперь ты знаешь, что вес и масса – два разных понятия.



ИЗМЕРЯЕМ МАССУ И ВЕС

Цель: сконструировать весы для измерения массы предметов.

Необходимые материалы: линейка с отверстием посередине, карандаш, два пластиковых стаканчика, канцелярские скрепки, шило, шнурок или леска, скотч, монетки по 25 копеек.

Ход работы

1. Вставь острый карандаш в отверстие на линейке.
2. Проколи дырочку у верхнего края стаканчика. Напротив него проколи второе.
3. Возьми шнурок или леску длиной 50 см, пропусти концы через проколотые дырочки и завяжи.
4. Скотчем приклей середину шнурка сверху к линейке, на расстоянии около 2 см от её края.
5. Со вторым стаканчиком повтори шаги 2–4. Приклей шнурок со вторым стаканчиком на другой край линейки.
6. Держа всю конструкцию за карандаш, подними её в воздух и посмотри, уравновешены ли стаканчики: линейка должна быть ровно горизонталь-



ной. Если один стаканчик окажется выше другого, перемещай его ближе или дальше к середине линейки, пока конструкция не уравновесится.

7. Теперь у тебя есть весы, с помощью которых ты можешь определить массу всяких мелких предметов. Положи в один стаканчик какой-нибудь маленький предмет.
8. Теперь по одной клади монетки в другой стаканчик, пока линейка не вернётся в горизонтальное положение. Масса одной украинской монеты достоинством в 25 копеек – примерно 3 грамма (2,9 г). Так что, умножив количество монеток в одном стакане на 3, ты получишь приблизительную массу предмета в другом стакане. Если предмет легче монетки, используй в качестве гирьки канцелярские скрепки. Масса маленькой скрепки – около 0,5 грамма.



Если ты живёшь не в Украине, используй монеты своей страны. Их массу можно узнать в интернете или в специальных справочниках (не удивляйся, если вместо слова «масса» там будет написано «вес»).

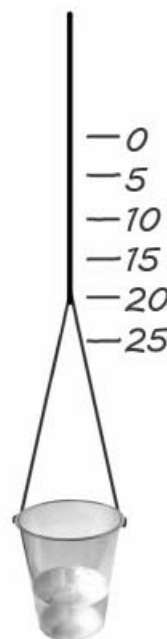
Не разбирай свои весы, аккуратно сложи их. Они тебе ещё пригодятся.

Цель: соорудить пружинные весы для определения веса.

Необходимые материалы: резиновая лента или пружина, пластиковый стакан, шило, шнурок (леска), скотч, ручка или карандаш, бумажная полоса, 25 монеток по 25 копеек

Ход работы

1. Повтори шаги 2 и 3 из предыдущего опыта. Пробей дырочки у края стакана и протяни через них шнурок или леску.
2. Прикрепи середину шнурка к краю пружины или резиновой ленты.
3. Прикрепи верхний конец пружины или ленты к карандашу.
4. Закрепи скотчем карандаш горизонтально у края стола – таким образом, чтобы весы свисали вниз вдоль его ножки.
5. Приклей на ножку стола скотчем бумажную полосу рядом со своими весами или за ними.
6. Отметь карандашом, на каком уровне находится низ резиновой ленты (пружины) при пустом стаканчике. Это будет начало шкалы весов.
6. Положи в стаканчик 5 монет. Отметь на бумаге уровень, на котором находится низ ленты (пружины).
7. Прибавляй в стаканчик по 5 монет. Сделай отметки для 10, 15, 20 и 25 монет. Теперь у твоего прибора для измерения веса есть шкала.
8. Вытащи монетки. Твои весы готовы.
9. Положи маленький предмет в стаканчик и посмотри, насколько растянется резиновая лента (пружина). Можешь сравнить вес предмета с весом монеток – для этого у тебя есть шкала.



СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- В чём разница между массой и весом?
 - Как измерить массу?
 - Как измерить вес?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Сколько ты будешь весить в открытом космосе и почему?
 - Какая у тебя будет масса в открытом космосе и почему?
 - Назови какое-нибудь место во Вселенной, где твой вес увеличится, а масса останется прежней.

**ЕДИНИЦЫ МАССЫ И ВЕСА**

Как ты уже понял, правильный выбор единиц для исследования или описания объекта очень важен. Особенно важно разобраться с единицами измерения, если нас интересует масса или вес предмета. Именно единица указывает учёному, о чём идёт речь: о массе или весе.

Если ты измеряешь массу, она выражается в *граммах* или *килограммах*. Именно это базовые единицы массы. Единица измерения веса – *ньютон*. Если ты видишь число, а рядом с ним в качестве единиц измерения указаны ньютоны, сразу понятно, что речь идёт о весе.

Но ты уже знаешь, что в быту люди (и даже учёные, когда не работают у себя в лаборатории, а приходят в магазин за покупками!) обычно определяют вес не через количество ньютонов, а единицами массы – граммами. Такая путаница сложилась исторически. Масса и вес *пропорциональны* друг другу. На любой планете с любой силой тяжести предмет, который будет весить в два раза больше другого, будет превышать его вдвое и своей массой. Но вес – это сила, а масса – свойство, присущее самому веществу (раньше его упрощённо определяли как «количество вещества»). Поэтому при изменении гравитации вес предметов будет меняться, а их масса останется прежней.

В Англии, где люди неохотно расстаются со всем старым и привычным, всё ещё используются старинные единицы измерения массы: например, **фунт** и **унция**. Ты наверняка слышал эти слова. Но значения этих величин за пределами Англии мало кому известны. Вместе с тем, *тройская унция* используется ювелирами всего мира при взвешивании драгоценных металлов. Хотя, строго говоря, так определяют не их массу, а вес (опять эта ненаучная путаница!..)

урок 6

СОХРАНЕНИЕ МАССЫ

Ничто не исчезает бесследно!



СЛОВАРЬ:

- закон сохранения массы
- закон сохранения энергии
- первый закон термодинамики
- круговорот воды в природе



Как сохраняется масса объекта?

На прошлом уроке ты узнал, что масса – это свойство вещества сохранять своё поступательное движение. Упрощённо её иногда также называют «мерой количества» вещества. Тебе может показаться, что при изменении формы объекта его масса тоже изменится: особенно если предмет, имея теперь новую форму, будет занимать больше места. Но это не так.

Возьми чашку и налей туда 100 граммов воды. Вода может изменить форму: замёрзнуть и превратиться в лёд, или закипеть и стать паром. Но количество воды в любом случае сохранится: масса льда или пара будет равна тем же 100 граммам. Можно взять камень массой в 20 граммов и разбить его молотком на мелкие кусочки. Но если ты их соберёшь все до последней песчинки, у тебя всё равно получится 20 граммов, пусть

и в виде порошка. Был камень – стал песок, но масса не изменилась.

Бывает, что вещества соединяются, и получается новое вещество. Когда молекулы кислорода и водорода вступают в реакцию, получается вода. Но если до начала реакции было 100 граммов кислорода и водорода, то после окончания реакции получится 100 граммов воды. В общем, масса вещества не меняется даже в химических реакциях. (Хотя, вообще-то, при радиоактивном распаде масса вещества немного уменьшается – часть вещества преобразуется в энергию).

Масса не исчезает и не прибавляется. Таков **закон сохранения массы**.

Кстати, энергия (о которой ты узнаешь подробнее из учебника «Тепло и энергия») тоже не берётся ниоткуда и не исчезает бесследно. Это – закон, который называется **законом сохранения энергии**.

Два этих закона вместе образуют **Первый закон термодинамики**, который гласит: «Материю и энергию невозможно создать или уничтожить, они только меняют форму».

Закон сохранения массы очень важен. Его доказательства ты можешь увидеть повсюду. Посмотри, например, на **круговорот воды в природе**. Без воды на Земле не будет жизни, поэтому Господь дал нам её в достаточном количестве. От солнечного тепла вода испаряется из океанов, морей, озёр и рек. Водяной пар собирается в облака и тучи – и в виде дождя или других осадков выпадает

на землю, неся живительную влагу растениям и людям. Если бы в процессе превращений воды какая-то её часть терялась, Земля очень быстро превратилась бы в пустыню.

Другой пример сохранения массы можно проследить в растениях. Они получают из почвы необходимые питательные вещества (например, азот). Когда растения погибают, они сгнивают, и все эти питательные вещества возвращаются обратно в почву. Какое-нибудь животное может

съесть цветы или траву, питательные вещества будут усвоены его организмом. Но когда животное умирает, тело его разлагается, и все вещества также возвращаются в почву, откуда опять попадают к растениям. Такой круговорот питательных веществ – тоже часть сохранения массы. Бог создал всё так, чтобы мы не испытывали недостатка в веществах, необходимых для жизни.

Закон сохранения массы заставляет задуматься вот о чём. Если материю невозможно ни создать, ни уничтожить, откуда она взялась? На этот вопрос не может ответить ни одна операционная наука, эксперименты здесь бессильны. 1-я глава книги Бытия сообщает, что Бог створил Землю и всё мироздание Своим Словом. Это единственное жизнеспособное объяснение того, откуда всё появилось. Господь сотворил материю, и она существует, не уменьшаясь и не прибавляясь. Ни природные катаклизмы, ни человек не в силах её уничтожить. Меняя форму за формой, материя остаётся неуничтожимой. Бог даёт нам возможность использовать её снова и снова.



ФОРМА ИЗМЕНЯЕТСЯ – МАССА СОХРАНЯЕТСЯ

Цель: наблюдение за тем, как объект изменяет форму, не меняя массы.

Необходимые материалы: два пластиковые стакана, кусочки сахара, весы.

Ход работы

1. Налей в стакан немножко тёплой воды. Раствори в ней кусочек сахара. Куда делся сахар? Он по-прежнему здесь, в воде. Просто теперь его не видно, потому что молекулы воды «растасили» кусочек на крохотные частички, *растворили* его).
2. Поставь стакан туда, где он не будет никому мешать и его никто не тронет. Наблюдай за водой в стакане каждый день, пока она вся не испарится. Что ты видишь на дне стакана? (Там должны остаться кристаллы сахара).
3. Возьми весы, которые ты сделал, выполняя задание к уроку 5.
4. Поставь стакан с кристаллами сахара на одну чашу своих весов. Второй такой же стакан, только с кусочком сахара, поставь на другую чашу весов. Уравновесились ли чаши весов? (Должны!)

Вывод

Ты экспериментально подтвердил закон сохранения массы. Кусочек сахара не исчез, растворившись в воде. Он просто изменил свою форму: был кусочком – стал раствором, а потом кристаллами. Но масса сахара не изменилась.



СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Что такое закон сохранения массы?
- Как изменяется масса воды, когда она превращается в лёд?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Возьми 50 граммов воды и кипяти до тех пор, пока в кастрюле не станет пусто. Что случилось с водой?
- Почему закон сохранения массы так важен для понимания происхождения мира?



КАК ВЗВЕСИТЬ ГАЗ

Закон сохранения массы помогает учёным рассчитать количество веществ в химических реакциях. Масса веществ, вступивших в реакцию, должна равняться массе веществ, полученных в её результате. Поэтому, чтобы определить количество каждого из исходных веществ, нужно проделать несложные расчёты.

Вот один пример. Количество газа сложно высчитать без специальной аппаратуры. Но если ты проводишь эксперимент, где в ходе реакции выделяется газ, можно сравнить массу веществ до вступления в реакцию и массу получившихся твёрдых продуктов реакции. Разница между ними и будет равна количеству газа, образовавшегося в ходе реакции.

Цель: применить закон сохранения массы на практике

Необходимые материалы: бутылка с узким горлышком, весы, столовый уксус, пищевая сода, бумага, воздушный шарик, ручка.

Ход работы

1. Поставь бутылку с узким горлышком на пружинные весы (не на самодельные).
 2. Налей $\frac{1}{4}$ стакана уксуса в бутылку.
 3. Отмерь $\frac{1}{2}$ чайной ложки пищевой соды, насыпь её на листок бумаги.
 4. Положи листок с содой на чашу весов, рядом с бутылкой. Запиши общую массу бутылки с уксусом, бумаги и соды.
 5. Высыпь соду в бутылку и положи листок обратно на весы. Что происходит с содержимым бутылки? В ней началась бурная реакция, образуется много пузырьков и пены. Это углекислый газ, который образуется в ходе химической реакции.
 6. Дождись, пока пузырьки перестанут появляться, и посмотри, какой стала масса объектов, находящихся на весах. Запиши это значение рядом с первым числом. Как они соотносятся?
- Почему масса уменьшилась? Куда она делась? Ты правильно догадался: недостающая масса – это масса углекислого газа, который вышел из бутылки. Чтобы доказать это, повтори эксперимент; но теперь нужно будет сохранить все продукты реакции, и газ в том числе.
7. Освободи бутылку и опять налей в неё $\frac{1}{4}$ стакана уксуса, а потом поставь на весы.
 8. Отмерь $\frac{1}{2}$ чайной ложки соды и насыпь в воздушный шарик. Положи его на весы к бутылке. Запиши общую массу бутылки, уксуса, соды и шарика.
 9. Осторожно надень шарик на горлышко бутылки, чтобы сода не просыпалась внутрь. Проверь, плотно ли охватывает шарик горлышко. Можешь дополнительно примотать его ниткой.
 10. Осторожно подними шарик и дай всей соде высыпаться внутрь бутылки. Что ты наблюдаешь? Ты увидишь, как шарик надувается, наполняясь газом.
 11. Когда реакция остановится, зафиксируй общую массу бутылки, шарика и вещества внутри бутылки. Как это число соотносится с тем, что ты записал в начале опыта? Они должны быть практически одинаковыми. Если они отличаются, в чём причина? Под записанными тобой результатами напиши свои выводы по каждому этапу опыта.

ОБЪЁМ

Какую часть пространства занимает тело?

урок 7



СЛОВАРЬ:

- объём
- мениск
- метод вытеснения жидкости



Как измерить объём объекта?

В ходе исследований учёный делает множество различных измерений, чтобы выяснить свойства объекта, который он изучает. Одним из важных свойств предметов является их объём.

Объём показывает, какое пространство занимает вещество или объект. Например, у тебя есть всевозможные коробки, которые нужно сложить в кладовку. Поместятся ли они туда? Чтобы рассчитать это, нужно знать, сколько места занимает одна коробка. Допустим, коробки одинаковые; их ширина – 10 см, длина – 15 см, высота – 2 см. Объём такой

коробки равен 300 кубическим сантиметрам (300 см^3): чтобы это посчитать, надо перемножить длину на высоту и ширину ($10 \times 15 \times 2 = 300$). По той же формуле рассчитывается вместимость (объём) кладовки. Зная эти две величины, несложно рассчитать и всё остальное.

Очень легко можно найти объём тела правильной геометрической формы – куба, шара, прямоугольника, пирамиды. Для каждого из них есть математические формулы вычисления объёма. Нужно измерить высоту, ширину, длину или окружность тела, подставить их в нужную формулу – и всё, ответ готов. Но учёные редко имеют дело с правильными геометрическими формами и твёрдыми телами.

Чтобы измерить объём жидкости, нужно взять ёмкость с нанесённой на неё шкалой. Дома для этого служит мерный стакан. Исследователи используют мензурки в виде стакана



Градуированный цилиндр и мерный стакан



с «носиком» (лабораторный стакан) или в виде стеклянного цилиндра (градуированный цилиндр). Специальное лабораторное оборудование даёт более точные результаты. Единица измерения объёма жидкости – 1 миллилитр, он равен 1 кубическому сантиметру ($1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$). Чтобы точно измерить объём жидкости, мерную ёмкость нужно поставить на ровную поверхность. Затем встань так, чтобы уровень жидкости был на уровне твоих глаз. Если ты меряешь объём жидкости гра-



Мениск

дуированным цилиндром или другой узкой ёмкостью, обрати внимание, что уровень жидкости у стенок чуть выше, чем в центре (как на фотографии). Это искривление называется **мениск**. Правильный показатель уровня (и, соответственно, объёма) жидкости определяется по самой нижней точке мениска.

Объём газа равен объёму сосуда, в котором он находится – потому что газ стремится заполнить собой всё доступное ему пространство. Например, воздух в комнате заполняет всю комнату. В воздушном шарике объём воздуха, заполняющего его, равен объёму шарика.

Все эти измерения достаточно просты. Но что делать в том случае, если у тебя предмет неправильной формы – обломок камня или игрушка? Вот один из способов вычислить его объём. Нужно взять сосуд, в который этот предмет может поместиться целиком (стакан, таз или ванну – в зависимости от размеров объекта) и наполнить его водой (не полностью).

На стенке сосуда отмечаем уровень воды. Потом осторожно погружаем наш предмет, чтобы он скрылся под водой полностью. Снова отмечаем уровень поднявшейся воды. Теперь нетрудно вычислить, насколько увеличился объём содержимого сосуда. Это и будет объём нашего предмета! Ведь он вытесняет воду, заняв в ней место, равное своему объёму (вспомни определение объёма). Можно сделать и немного по-другому. Поставить сосуд в другой, большего размера налить в него воду до краёв, полностью погрузить предмет, а затем перелить в мерный стакан воду, которая вылилась во внешний сосуд, и измерить её объём.

Такой метод называется **методом вытеснения жидкости**. Его изобрёл древнегреческий учёный Архимед, когда ему нужно было вычислить объём царского венца.

Давай рассмотрим пример. Ты налил в лабораторный стакан, допустим, 200 миллилитров (мл). Затем опустил туда небольшую пластмассовую фигурку – скажем, динозавра. Уровень воды поднялся до отметки 225 мл. Значит, объём динозаврика равен $225 - 200 = 25$ кубических сантиметров.

Существуют и другие способы определить, сколько места занимает предмет или вещество.



Памятник Архимеду в обсерватории Архенхольд (Берлин)



ИЗМЕРЯЕМ ОБЪЁМ

Цель: Определить объём разных объектов.

Необходимые материалы: линейка, небольшая коробка, стакан, мерный стакан, рулетка или портновский сантиметр, предмет неправильной формы.

Опыт 1. Ход работы

Измерь объём коробки.

1. С помощью линейки определи длину, ширину и высоту коробки в сантиметрах.
2. Перемножь полученные значения. Ты получишь объём коробки в кубических сантиметрах.

Опыт 2. Ход работы

Измерь объём воды, которая помещается в стакан.

1. Наполни стакан водой до краёв.
2. Осторожно перелей воду в мерный стакан.
3. Поставь мерный стакан на ровную поверхность, встань так, чтобы уровень жидкости был на уровне твоих глаз. Посмотри, какой объём воды был в стакане.

Опыт 3. Ход работы

Измерь объём воздуха в классе или другом помещении.

1. С помощью рулетки или портновского сантиметра измерь ширину, длину и высоту комнаты.
2. Перемножь эти три значения, чтобы определить объём комнаты в кубических метрах. Полученное значение будет не совсем равно объёму воздуха, потому что в комнате есть мебель и другие предметы, а они тоже занимают некоторое пространство. Твой результат – это объём воздуха в комнате, если бы она была совсем пустой.

Опыт 4. Ход работы

Определяем объём предмета неправильной формы.

1. Если твой предмет помещается в мерный стакан, используй первый способ измерения объёма методом вытеснения жидкости. Наполни стакан водой наполовину, погрузи туда предмет и сравни разницу в объёме до и после погружения.
2. Если предмет не вмещается в стакан, используй второй вариант. Возьми для этого, например, миску или тазик. Закончив эксперимент, не забудь убрать посуду на место.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Что такое объём?
- Есть ли объём у воздуха?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- У тебя есть куб, сторона которого 10 см. Вычисли объём куба.
- Зачем учёным бывает нужно знать объём исследуемого объекта?





ВЫЧИСЛЯЕМ ОБЪЁМ

Для вычисления объёма тел правильной геометрической формы существуют математические формулы. Наука геометрия поможет тебе с подсчётами. Возьми предметы, перечисленные ниже, вооружись формулами – и вперёд! Победи все задачки!

- Тетрапак сока или молока
- Мячик для настольного тенниса
- Банка сгущённого молока
- Конус от мороженого (без мороженого)
- Кубик для настольных игр

Ты можешь взять и другие предметы, совпадающие по форме с названными здесь. Например, сделать фунтик (кулёчек) из плотной бумаги: это будет такой же конус, как и из-под мороженого.

Формулы:

объём куба: = сторона × сторона × сторона

объём прямоугольника = длина × ширина × высота

объём шара = $(\frac{4}{3}) \pi$ радиус × радиус × радиус

объём цилиндра = π радиус × радиус × высота

объём конуса = $(\frac{1}{3}) \pi$ радиус × радиус × высота

[π (число «пи») = приблизительно 3,14]

Радиус мяча довольно-таки трудно измерить точно. Намного проще будет, если ты измеришь его окружность в самом широком месте, а затем вычислишь его радиус.

Вот формула длины окружности:

$$C = 2 \times \pi \times \text{радиус}$$

Значит, радиус равен окружности круга, делённой на 2π , или $R = C/2\pi$.

ПЛОТНОСТЬ

Плотней и крепче

урок 8



СЛОВАРЬ:

- плотность



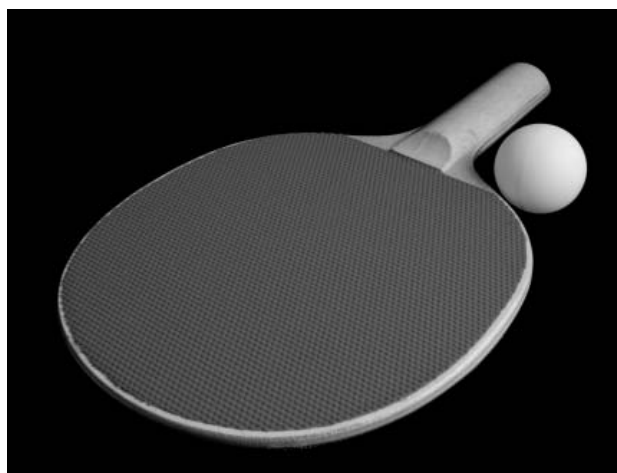
Как измерить плотность объекта?

Представь себе, что ты держишь в одной руке мячик для пинг-понга (настольного тенниса), а в другой – такой же величины мячик для гольфа. У них примерно одинаковый размер, одинаковый объём, но мячик для гольфа намного тяжелее теннисного. В его объёме сосредоточено больше массы. Это потому, что у него больше плотность.

Плотность – это отношение массы тела к его объёму. Чтобы вычислить плотность, нужно массу разделить на объём. Единица измерения плотности в СИ – килограмм/кубический метр (кг/м^3). В других системах измерения можно встретить грамм/миллилитр или грамм/кубический сантиметр.

Вспомни детскую загадку: «Что тяжелее – килограмм пуха или килограмм гвоздей?» Хочется сказать, что гвозди всегда тяжелее пуха? Почему? Потому что мы всегда думаем о металле как о чём-то тяжёлом, а о пухе – как о чём-то очень лёгком. Но на самом деле всё равно, массу какого вещества ты взвешиваешь: килограмм остаётся килограммом, будь то пух, гвозди или мороженое. Но вот объём этих килограммов будет совсем разным: килограмм гвоздей можно сложить в небольшую коробочку, а чтобы набрать килограмм пуха, понадобится большущий ящик. Это – из-за разности в плотности этих веществ. Плотность железа, из которого сделаны гвозди, очень большая: масса кубического сантиметра железа имеет массу 7,85 г. А у пуха масса кубического сантиметра – меньше 1 грамма.

Плотность как свойство вещества имеет для учёных большое значение. Зная плотность образца, можно определить, что это за вещество. При поиске полезных ископаемых учёные берут образцы руды или грунта и выясняют, какие металлы можно найти в этой местности. Один из способов определения того, что входит в состав образца – измерить его плотность. У разных металлов плотность разная. У золота она очень высокая, поэтому если взять кусочек золота и кусочек меди такого же размера, их можно определить даже просто взвешивая в руках: плотность меди намного меньше, чем у золота. Если плотность руды из *шурфа*, выкопанного геологами, составляет примерно 9 г/см^3 , то вполне возможно, что в этом месте есть залежи меди. А при плотности образца около 19 г/см^3 можно надеяться, что мы попали на золотую жилу.



Мячик для гольфа плотнее мячика для пинг-понга

Плотность также помогает понять, как и где можно использовать этот материал. Например, стекловолокно, пенопласт и пластики имеют очень низкую плотность, потому что внутри них есть пузырьки воздуха, пустоты. Именно поэтому эти материалы – прекрасные теплоизоляторы. Их используют для утепления домов; а пластиковый стаканчик не обжигает тебе руки, когда ты наливаешь в него горячий чай.



ИЗМЕРЯЕМ ПЛОТНОСТЬ

Цель: определить плотность мячика для настольного тенниса.

Необходимые материалы: мячик для пинг-понга, мячик для гольфа (или для большого тенниса), 25-копеечные монетки или канцелярские скрепки, мерная ёмкость.

Ход работы

1. Определи массу мячика для пинг-понга с помощью весов, которые ты сделал на 5-м уроке. В качестве гирек используй монетки или скрепки.
2. Определи объём мячика методом вытеснения жидкости (этому ты научился на 7-м уроке). Если мячик не погружается в воду, легонько нажми на него пальцем, чтобы он ушёл под поверхность.
3. Определи плотность мячика, разделив массу на объём.
4. Определи те же показатели у второго мячика, повторив шаги 1–3.

Вопросы

- Сравни массы мячиков. У какого из них масса больше?
- Сравни объёмы мячиков. У какого из них он больше?
- У какого мячика больше плотность?

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Что такое плотность?
- Почему плотность мячика для тенниса меньше плотности такого же шарика, выточенного из дерева?
- Если два вещества имеют одинаковый объём, как узнать, у какого из них выше плотность?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?** • Если у тебя есть два образца из одинакового с виду металла – как определить, из одного материала они сделаны или из разных?
- Среди трёх слитков золота один – фальшивый. Как его найти?
- Если у двух объектов одинаковая плотность и одинаковый объём, будет ли у них одинаковая масса?



КАК УЗНАТЬ ПЛОТНОСТЬ ШОКОЛАДКИ?

Ты уже знаешь, что у двух предметов могут быть одинаковые размеры и форма, но плотность при этом может быть разной. Не всегда удаётся легко определить плотность предмета без специальных измерений, просто разглядывая его или держа в руках. Для определения плотности объекта необходимо измерить его массу и объём, а потом разделить первое на второе. (Это вытекает из самого определения плотности).

Потренируйся определять плотность предметов, перечисленных ниже. Для тел правильной геометрической формы используй формулы вычисления объёма, для тел неправильной формы – метод вытеснения жидкости.

- шоколадная конфета
- батарейка (возьми нерабочую)
- кубик от конструктора «Лего»
- пластмассовая игрушка (любая)
- шарик из пластилина



урок 9

ПЛАВУЧЕСТЬ
ПОПЛЫЛИ?

СЛОВАРЬ:

- плавучесть



Что такое плавучесть и как её измерить?

Тебя никогда не удивляло, что многотонный металлический корабль с грузом спокойно держится на воде, а плоский камешек мгновенно идёт ко дну? Способность тела, погружённого в жидкость, оставаться в равновесии, не погружаясь

и не выходя из неё, то есть плавать, называется **плавучесть**. Она напрямую зависит от плотности материала. Объект, плот-

ность которого превышает плотность воды, утонет; а тело, плотность которого ниже плотности воды (или любой другой жидкости, в которую его опустили), будет держаться на плаву. Если объект не тонет, а держится в равновесии в жидкости, то есть плавает, это говорит о том, что он обладает положительной плавучестью. А у тонущего тела плавучесть отрицательная.

Почему же плавучесть камешка отрицательная, а многотонного корабля – положительная? Плотность корабля ниже плотности камня. Хотя масса корабля в тысячи раз больше, чем у кусочка скалы, его так конструируют и придают ему такую форму, чтобы его объём был как можно больше. Кроме того, большая часть объёма корабля заполнена воздухом, он полый внутри. А воздух легче воды, и плотность у него ниже. Поэтому плотность всего корабля получается ниже плотности воды. Вот он и плавает, а не тонет! А у камешка маленькая масса, но и маленький объём, и внутри него нет пустот. Его плотность больше, чем у воды. Поэтому он идёт ко дну. Недаром говорят: «Тонет, как камень». Впрочем, существуют и камни, способные плавать: например, *пемза* – пористое вулканическое стекло. Она напоминает застывшую пену, лёгкая, и плотность у неё маленькая.

Ты сам наверняка не раз ставил эксперимент по определению плавучести, хотя и не подозревал в тот момент, что занимаешься научными исследованиями. Тебе ведь доводилось купаться в море или реке? Плавая, ты делаешь большой вдох – и можешь тогда держаться на поверхности воды. Воздух, который ты набираешь в лёгкие, уменьшает общую плотность твоего тела, а значит, увеличивает твою плавучесть. Твоя плотность становится ниже плотности воды, и – ура! – ты поплававком качаешься на её поверхности.

Плотность разных жидкостей тоже отличается друг от друга. Поэтому тело, имеющее положительную плавучесть в одной жидкости, может обладать отрицательной плавучестью в другой среде. Плотность ртути – жидкого металла – очень высока. Никто никогда не отправится купаться в ртути, потому что её пары **очень ядовиты!** Но если представить себе такую ситуацию в уме, то нырнуть в ртуть у нас бы не получилось. Мы бы просто плавали на её поверхности. Другая выдуманная ситуация: если вдруг кто-то решился бы искупаться в бассейне с медицинским спиртом, вряд ли у него получилось бы полежать там на спинке. Он вообще вряд ли удержался бы на поверхности. Плотность спирта ниже плотности воды, и плавучесть человеческого тела, скорее всего, будет в нём отрицательной.

Ты уже понял, что плавучесть – свойство относительное. Она зависит от разницы в плотности тела, погруженного в жидкость, и от плотности самой жидкости, в которую это тело погружается.

Очень важным является то обстоятельство, что замёрзшая вода, то есть лёд, имеет плотность меньшую, чем в обычном, жидком состоянии. Поэтому лёд всегда поднимается на поверхность незамёрзшей воды. Надо сказать, что вода в этом отношении достаточно уникальна: существует всего несколько веществ, у которых в твёрдом состоянии плотность уменьшается, а не увеличивается. Таков особый замысел Бога – чтобы жизнь на Земле могла существовать! Если бы зимой лёд не поднимался на поверхность водоёмов, а опускался на дно, то все озёра, пруды и реки промерзли бы насквозь, целиком, и все их обитатели погибли бы. Хвала Создателю, который устроил наш мир так мудро!



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?



Атомные подводные лодки должны быть больше, чем подводные лодки с дизельным двигателем, иначе они не смогут плавать. Ядерный реактор гораздо тяжелее дизельного двигателя. Поэтому для увеличения плавучести атомной подлодке нужен дополнительный объём, заполненный воздухом. Только так она сможет достичь необходимой плавучести.



ИССЛЕДУЕМ ПЛАВУЧЕСТЬ

Цель: исследовать плавучесть объектов.

Необходимые материалы: пластилин, воздушная кукуруза (попкорн), сырые кукурузные зёрна, медицинский спирт, подсолнечное масло, миска, два пластиковых стаканчика, столовая ложка.

Опыт 1. Твёрдое тело в жидкости

Ход работы

1. Скатай из пластилина шарик.
2. Слепи из такого же кусочка пластилина лодочку с плоским дном.
3. Помести оба изделия из пластилина в миску с водой. Какое из них утонет, а какое будет держаться на воде?



Опыт 2. Твёрдое тело в среде твёрдых тел

Ход работы

1. Возьми пару горстей воздушной кукурузы и положи в миску. Туда же положи несколько сырых кукурузных зёрен.
2. Перемешай раскрытые зёрна с сырыми.
3. Несколько секунд несильно и осторожно встряхивай миску. Как теперь расположились в ней зёрна?

Опыт 3. Жидкость в жидкости

Ход работы

1. Налей в один пластиковый стаканчик немного воды, а в другой – медицинского спирта.
2. Влей в каждый стаканчик по столовой ложке подсолнечного масла. Как ведёт себя масло в каждом из стаканчиков? Почему в одном оно плавает на поверхности, а во втором опустилось на дно?

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?**
- Что такое плавучесть?
 - Если предмет плавает, можем ли мы сказать, как его плотность соотносится с плотностью жидкости, в которую он погружён?
 - Достаточно ли у тебя плавучести, чтобы держаться на воде?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?**
- Какие материалы могут держаться на воде?
 - Исходя из результатов опыта, скажи: плотность больше у воды или у спирта?
 - Почему пенопластовый спасательный жилет или круг удерживают человека на поверхности воды?
 - Почему для существования жизни на Земле так важно, что плотность льда меньше плотности воды? (Подумай и назови несколько причин).



ИДЁМ ВГЛУБЬ

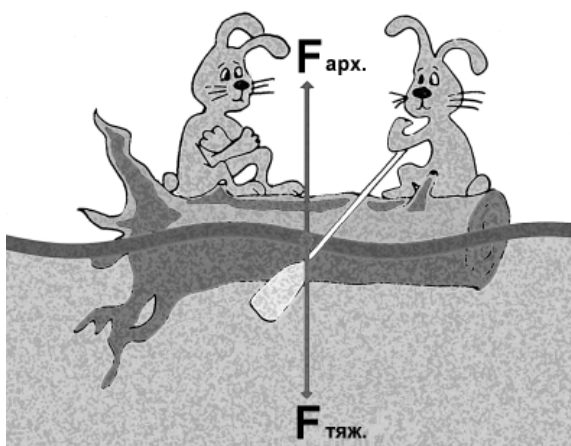
Ты разобрался в вопросах плавучести? Теперь реши задачу. Допустим, ты сидишь в лодке, которая плывёт по озеру. В ней, кроме тебя, лежит большой тяжёлый камень. Если ты выбросишь этот камень за борт и он утонет – как это скажется на уровне воды в озере? Поднимется она, останется на прежнем уровне или уровень станет ниже?

Цель: проверить своё предположение.

Необходимые материалы: высокий узкий стакан, пластилин, стеклянный шарик, скотч, маркер.

Ход работы

1. Наполни стакан водой.
2. Сделай из пластилина лодочку с плоским дном. Положи в неё стеклянный шарик. Добейся, изменяя форму лодочки, чтобы она плавала с грузом.
3. Наклей на внешнюю часть стакана полоску прозрачного скотча и отметь на нём маркером, на каком уровне находится вода.
4. Осторожно возьми шарик из лодки и опусти его в воду так, чтобы ни капли не выли-



лось из стакана. Сравни уровень воды с той отметкой, которую ты сделал в начале опыта. Поднялась вода, опустилась или осталась на прежнем уровне?

Вывод

Уровень воды должен опуститься. Как ты думаешь, почему?

Чтобы это понять, нужно взглянуть на плавучесть предметов с новой стороны.

На 7-м уроке ты узнал о методе вытеснения жидкости, который придумал великий древнегреческий учёный Архимед. Он открыл, что предмет, полностью погружённый в жидкость, вытесняет её в количестве, равном своему объёму. Согласно легенде, это открытие

Архимед сделал, когда мылся в ванной.

Но это была только часть открытия. Архимед заметил, что сам он, погружаясь в воду, становится легче. Его вес уменьшался. Почему? И на сколько?

Ты не забыл, что вес – это сила? Архимед тоже помнил об этом. Он пришёл к выводу, что *на тело, погружённое в жидкость, начинает действовать другая сила – выталкивающая* (на рисунке она обозначена как $F_{\text{Арх.}}$, потому что с тех пор её так и называют – «сила Архимеда»). Эта сила направлена вверх, в противоположную сторону, чем сила тяжести ($F_{\text{тяж.}}$ на рисунке), и поэтому частично её уравнивает. В результате сила, с которой тело давит на воду, уменьшается: вес тела становится меньше. Причем теряет в весе оно ровно столько, сколько весит вытесненная этим телом вода!

Что же происходит, когда тело попадает в воду (или в другую жидкость)? Если его вес (сила, с которой оно стремится вниз) больше веса такого же объёма воды, предмет идёт ко дну. А если меньше? Тогда тело теряет весь свой вес, всплывает и начинает подниматься над водой – до тех пор, пока его частично набранный вес не уравнивается архимедовой силой. Или, что то же самое: если плотность тела больше плотности среды, в которую оно погружено, это тело тонет; а если меньше – всплывает до тех пор, пока не начнёт плавать.

Вернёмся к нашему эксперименту. Когда стеклянный шарик лежал в лодочке, её форма и запас плавучести позволяли ей вытеснить объём воды, соответствующий весу шарика, и не утонуть. А когда шарик оказался за бортом, он утонул – и вытеснил такое количество воды, которое соответствует его объёму. А поскольку плотность воды меньше, чем плотность шарика (иначе бы он не утонул), вытесненная им теперь вода весит меньше, чем когда он плавал в лодочке; следовательно, он вытеснил меньшее её количество, чем первоначально. Поэтому уровень жидкости в стакане опустился.

Но это ещё не всё. Тот же самый закон действует не только в жидкостях но и в газе – например, в воздухе! Подъёмная сила точно так же вытесняет вверх предметы меньшей плотности, чем сама газовая среда. Именно поэтому шарик с гелием (газом легче воздуха) или большой воздушный шар, наполненный тёплым разреженным (и потому лёгким) воздухом, устремляются ввысь.

Усвоил это? Тогда реши задачу. Представь, что ты сидишь в автомобиле и держишь за ниточку шарик с гелием. Водитель быстро трогается с места. Куда в этот момент начнёт двигаться шарик?

Если у тебя есть возможность, проведи такой эксперимент. Результат может показаться удивительным, но ты теперь сможешь понять, что именно происходит. Когда автомобиль резко стартует, тебя откинет назад на сиденье и прижмёт к нему – а вот шарик рванётся вперёд. Почему? Воздух в салоне автомобиля начнёт двигаться назад, как и ты. Но гелий, которым надут шарик, легче воздуха. Поэтому воздух, устремившись назад, вытолкнет более лёгкий гелий вперёд.

В отсутствии силы притяжения, то есть в состоянии невесомости, закон Архимеда не работает. Космонавты с этим явлением знакомы достаточно хорошо. Например, в невесомости, на борту космических станций не перемешиваются тёплый (лёгкий) воздух с холодным (тяжёлым). Естественной вентиляции, в отличие от Земли, здесь не происходит. Поэтому жилые отсеки космических аппаратов проветриваются принудительно, вентиляторами.



Так Господь чудесным образом связал воедино различные свойства всех предметов на нашей планете – вес, плотность и плавучесть, устанавливая в природе гармоничные и мудрые законы.

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

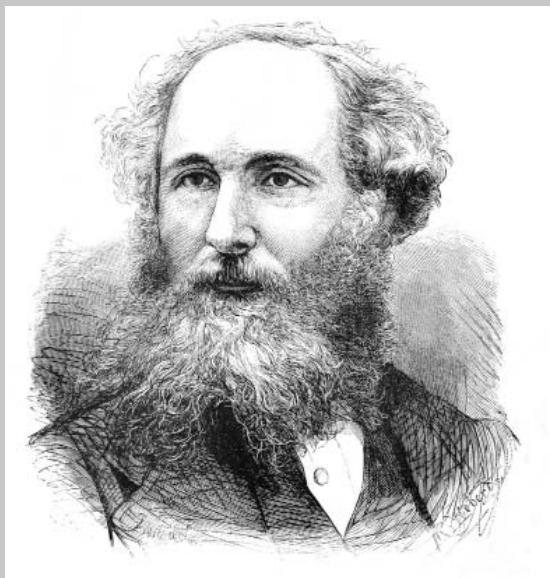
ДЖЕЙМС КЛЕРК МАКСВЕЛЛ (1831–1879)

Математика, поэзия, физика и христианство – что общего между этими, такими разными вещами? Все они были очень важны для Джеймса Клерка Максвелла, которого считают одним из величайших физиков и математиков XIX века.

Максвелл родился в Шотландии, в городе Эдинбург. Он был единственным ребёнком в семье и получал домашнее образование – его обучала мать. Но в 1838 году мама Джеймса умерла. У мальчика появился специально нанятый домашний учитель, а через два года его приняли в школу, которая гордо называлась «Эдинбургская Академия». Закончил её Джеймс с лучшими оценками в классе по математике и английскому языку. Его ждал Эдинбургский Университет, а закончил он образование в Кембридже, в Тринити Колледже.

Затем Максвелл некоторое время преподавал в колледже. Там он познакомился со своей будущей женой, дочерью директора, Кэтрин Мэри Дьюар. Позже Максвелл занял пост профессора кафедры натурфилософии (физики и астрономии) в Кингз Колледже (Лондон), а в 1871 году возглавил лабораторию экспериментальной физики Кембриджского Университета.

Хотя на чтение лекций студентам уходило много времени, Максвелл находил возможность ставить эксперименты и проверять новые теории. Это было настоящей страстью. Он первым обобщил кинетическую теорию газов, показав, что движение частичек газа создаёт определённое давление, и что именно от этого движения зависит такое свойство материи, как теплота. Максвелл также исследовал вязкость или плотность газов. Он первым предположил, что кольца Сатурна – это не твёрдые объекты и не газ, а миллионы крохотных



отдельных частичек, которые вращаются вокруг планеты. Догадка Максвелла подтвердилась в 1980 году, когда космический зонд «Вояджер-1» достиг Сатурна и отослал на Землю фотографии. На них отчётливо видно, что кольцо Сатурна – это неисчислимое множество частиц льда, пыли и каменных осколков.

Особенно известны работы Максвелла по электромагнетизму. Он работал вместе с Майклом Фарадеем, и помогал описывать электромагнитные поля с точки зрения математических законов. В наше время выведенные им уравнения так и называются – уравнения Максвелла. Исследуя электричество, Джеймс Максвелл выдвинул идею о том, что свет – это форма электромагнитной энергии.

В области науки Максвелл был фигурой абсолютно неординарной. Но он не возгордился. Кто знал его близко, отзывался о нём как о человеке скромном, богобоязненном. Джеймс был старшиной церковной общины. Он искренне и глубоко верил, что изучать природу нужно для того, чтобы люди обратились к Богу, чтобы они обрели спасение в Господе.

Максвелл умер в возрасте всего 48 лет. Но он оставил после себя научное наследие, достойное восхищения. И, что гораздо важнее, он показал нам пример жизни, посвящённой Богу.

часть **3**

СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Разница между физическими и химическими изменениями
- Фазовый переход для твёрдых тел, жидкостей и газов
- Зависимость между температурой, объёмом и давлением газа

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 10. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	50
урок 11. АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА	53
урок 12. ТВЁРДЫЕ ТЕЛА	58
урок 13. ЖИДКОСТИ	62
урок 14. ГАЗЫ	67
урок 15. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ	71



урок 10

ФИЗИЧЕСКИЕ
И ХИМИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВАКак определить
свойства вещества

СЛОВАРЬ:

- физические свойства
- химические свойства
- фотосинтез



Изменилось или осталось прежним?

На самом первом уроке ты узнал, что химия – это наука, которая изучает состав веществ и то, как они вступают в реакцию друг с другом. Тебе также известно, что учёные используют для изучения веществ специальные инструменты, что они проводят различные исследования и измерения. Когда химик, изучает то или иное вещество, он исследует все его свойства – и физические, и химические.

Физические свойства – это то, что можно наблюдать, измерять и изучать без изменения вещества, без его превращения во что-то иное. Тебе уже известны некоторые физические свойства: масса, объём, плотность, плавучесть. Существуют и другие: цвет, текстура, твёрдость и т. д.

Форма и состояние вещества могут изменяться, но при этом оно не превращается в другое вещество, а остаётся собой. Например, вода может замёрзнуть и превратиться в лёд, но это всё равно будет вода, пусть не в жидком, а в твёрдом состоянии. Жидкий азот (невероятно холодная жидкость, которую используют в специальных лабораторных и медицинских холодильниках) испаряется и превращается в газ, но по-прежнему остаётся азотом. От изменения формы само вещество тоже не меняется. Резиновую ленту можно растянуть, кусочек сахара – растереть в сахарную пудру. Их вид изменится, но сами вещества останутся прежними: резиной и сахаром.

Значит, форма и состояние веществ – это их физические свойства.

Химические свойства описывают поведение вещества в присутствии других веществ, особенности их взаимодействия (реакции) друг с другом и то, какие вещества получаются в результате реакций. Возьми немного столового уксуса (это вещество



Жидкий азот, налитый в кружку
в лаборатории, испаряется

называется *уксусная кислота*) и пищевую соду (*гидрокарбонат натрия*). Смешай их в стакане. Ты своими глазами увидишь, как смесь зашипит, вспенится, из неё будут бурно выделяться пузырьки газа. Происходит химическое взаимодействие уксуса и соды. Их химические свойства таковы, что заставляют их вступать друг с другом в реакцию. В ходе реакции они распадаются и образуют другие, новые вещества: углекислый газ, воду и ацетат натрия.

Итак, при химических реакциях вещества изменяются.

Одно из самых важных химических превращений, созданных Богом, – это **фотосинтез**. Он происходит в зелёных листьях растений. В процессе этой реакции вода и углекислый газ превращаются под воздействием солнечного света в сахар и кислород. Эта химическая реакция обеспечивает питание и дыхание практически каждого живого существа.

Тебе ещё предстоит со временем многое узнать о физических и химических свойствах веществ в нашем мире.



Сахар может быть разной формы и вида, но всё равно это будет сахар



ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Цель: Провести несколько опытов и определить, как изменяется вещество: физически или химически.

Необходимые материалы: лёд, сковородка, электроплитка, соль, лимонный сок, сода, чашка.

Ход работы

1. Положи несколько кусочков льда в сковородку.
2. Включи электроплитку на самую малую мощность и поставь на неё сковородку. Что происходит со льдом? Что подействовало на него и заставило измениться? Когда ты нагрел лёд, он растаял. Если ты продолжишь нагревать сковородку, то увидишь, как вода начнёт кипеть и превращаться в пар. Это физическое или химическое изменение? Объясни свою точку зрения.
3. Сними сковородку с плиты и добавь 1 столовую ложку соли. Что происходит с водой и солью? Соль «исчезает», растворяясь в воде. Это физическое или химическое изменение? Объясни свою точку зрения.
4. Верни сковородку на плитку и нагревай воду до тех пор, пока она вся не испарится.

Осторожно, не сожги сковородку!

5. Посмотри на дно сковородки. Что ты видишь? На дне осталась соль. Это было физическое или химическое изменение? Объясни свою точку зрения.
4. Налей 2 столовые ложки лимонного сока в чашку, добавь 1 чайную ложку соды. Что происходит в чашке? Раствор пенится и шипит. Это физическое или химическое изменение? Объясни свою точку зрения.



СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Какие ты знаешь физические свойства веществ?
 - Что такое химические изменения?
 - Приведи пример химического изменения вещества.

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Как можно определить, что за изменения происходят с веществом – физические или химические?
 - Многие физические свойства алмаза и кварца совпадают: это прозрачные кристаллические вещества, с первого взгляда их сложно различить. Но при этом алмаз намного тверже кварца. В каких случаях эта разница является для нас важной?



ФИЗИКА ИЛИ ХИМИЯ?

Не всегда бывает просто определить, какие изменения произошли с веществом – физические или химические. Чтобы их различить, нужно задать себе несколько вопросов и найти на них ответы.

Сколько различных веществ участвовало в процессе, вызвавшем изменения?

Происходило ли соединение двух или более веществ?

Возникли ли в результате новые вещества?

Если в процессе, из-за которого вещество изменилось, участвовало только оно одно (как в случае таяния льда) – это, наверняка, «чистая» физика. Если вещество можно легко вернуть в прежнее состояние – это также физическое изменение. Например, растаявший лёд можно опять заморозить. А вот в случае опыта с лимонным соком и содой вряд ли кому-то удастся выделившийся углекислый газ превратить обратно в сок и соду. Это изменение химическое. В результате реакции возникло новое вещество, отличное от тех, которые в эту реакцию вступили.

Химические изменения часто сопровождаются изменениями цвета, выделением тепла, иногда вспышкой света или каким-нибудь звуком. Это не является обязательным и неизменным условием, но всё-таки часто указывает на химическую природу процесса и произошедших изменений.

АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

Фазовый переход

урок 11



СЛОВАРЬ:

- агрегатное состояние
- твёрдое тело
- кинетическая энергия
- жидкость
- газ
- фазовый переход
- плавление
- точка плавления
- испарение
- точка кипения
- конденсация
- кристаллизация
- сублимация



Какие состояния могут принимать вещества?

Ты уже знаешь, что каждому веществу присущи особые физические и химические свойства. Одно из физических свойств вещества – его способность принимать различные **агрегатные состояния**. Так называются состояния, каждое из которых имеет некоторые свои собственные физические свойства: например, различную плотность, способность или неспособность сохранять объём и форму, и другие. Агрегатное состояние вещества (в дальнейшем мы будем называть их для простоты сокращённо – *состояниями вещества*) определяется тем, насколько сильно притяжение между его *атомами* и *молекулами*, и сколько энергии нужно для того, чтобы разорвать связь между этими частицами.

Существуют три основных агрегатных состояния: твёрдое, жидкое и газообразное.

Внутри вещества его атомы и молекулы совершают колебательные движения. В **твёрдом теле** молекулы расположены очень близко друг к другу, прямо-таки упакованы, и их движение незначительно, а притяжение между ними очень сильное. Если прикладывать к веществу энергию, чаще всего в виде тепла, молекулы начинают двигаться быстрее; говорят, что

возрастает их **кинетическая энергия** – энергия движения частиц. Если температура тела возрастает, атомы и молекулы получают достаточно энергии для того, чтобы удалиться друг от друга на достаточное расстояние. Когда силы, притягивающие частицы друг к другу, становятся равными силам, которые их растаскивают, вещество переходит из твёрдого состояния в жидкое. **Жидкость** – это состояние вещества, при котором оно обладает малой сжимаемостью, то есть хорошо сохраняет объём, однако не способно сохранять форму. Она легко принимает форму сосуда, в который помещена.

Если жидкость получает ещё больше энергии, то есть если продолжать её нагревать, молекулы разгоняются ещё сильнее. Наступает момент, когда энергии у них становится достаточно для того, чтобы оторваться от других частиц. Тогда моле-



кулы жидкости как бы «разбегаются» в разные стороны на расстояние, которое гораздо больше их размеров. При этом жидкость переходит в газообразное состояние. Газ – это состояние вещества, у которого отсутствует способность сохранять как постоянный объём, так и форму. Он хорошо сжимается. Молекулы газа располагаются далеко друг от друга и двигаются очень быстро.

Если вещество не нагревать, а охлаждать, то происходят обратные процессы: скорость движения атомов и молекул замедляется, они теряют энергию. Из газа вещество превращается в жидкость, а затем, когда частицы потеряют ещё больше энергии, сила притяжения между молекулами заставит их опять собраться в твёрдое состояние.

Между различными состояниями вещества существуют чёткие границы – прежде всего, температурные. При достижении такой границы свойства вещества начинают меняться, совершая как бы скачок. Например, пока температура воды не достигла 100°C , она испаряется (превращается в газ) совсем незначительно. Но при достижении этой температурной границы вода закипает, начинает бурно переходить в состояние водяного пара.



Если сильно нагреть воду, она превратится в пар

Такое скачкообразное изменение состояния вещества называется **фазовый переход**. Выделяют следующие его разновидности. Переход из твёрдого состояния в жидкое – это **плавление**. Из жидкого в газообразное – **испарение** (медленное превращение жидкости в газ на её границе, происходящее, когда граница фазового перехода ещё не достигнута) и **кипение** (интенсивный фазовый переход). Температура, при которой жидкость закипает, называется **точка кипения**. Переход из газообразного состояния в жидкое (или иногда сразу в твёрдое) – это **конденсация**, а из жидкого в твёрдое – **кристаллизация**. Температура кристаллизации воды (0°C) называется её точкой **замерзания**, а плавление льда носит название **таяние**.

Существуют и такие вещества, которые из твёрдого состояния переходят сразу в газообразное: они не плавятся, а испаряются, минуя жидкое состояние. Такой фазовый переход называется **сублимация**. Два таких вещества тебе, возможно, известны: это нафталин, запахом которого отпугивают моль в шкафах, и сухой лёд (двуокись углерода, то есть замёрзший углекислый газ). В тепле сухой лёд начинает достаточно быстро испаряться. При этом он не оставляет после себя никаких следов, никакой влаги. Именно поэ-



В паровозном котле кипит вода, превращаясь в пар, который и заставляет паровоз двигаться



Сухой лёд сразу превращается в газ. Этот фазовый переход называется сублимация

димо не выключать плиту и продолжать нагревание. Но температура воды при этом уже не увеличивается, она остаётся прежней: 100 градусов. Потребляемая тепловая энергия полностью уходит на изменение состояния воды – на её превращение в водяной пар.

Большинство веществ на Земле при обычной температуре и давлении – это твёрдые тела. Вода встречается во всех трёх состояниях в зависимости от температуры окружающей среды. Некоторые вещества, в том числе кислород и азот, встречаются на нашей планете только в виде газов. Всё это создаёт условия, максимально подходящие для живых существ. Господь создал Землю пригодной для жизни. На других планетах Солнечной системы имеются те же вещества, есть там и кислород, но жизнь на них невозможна. Для неё Создателем была предназначена только одна планета – та, на которой мы с тобой живём.



НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ФАЗОВЫМИ ПЕРЕХОДАМИ

Цель: исследовать переход веществ из одного состояния в другое.

Необходимые материалы: лёд, сковорода, электроплитка, зеркальце на длинной ручке, лоток для льда, морозильная камера.

Ход работы

1. Рассмотрй кусок льда. Как он выглядит, какой на ощупь?
2. Положи несколько кусочков льда на сковородку и поставь её на электроплитку, включённую на небольшую мощность.

тому сухой лёд используют для заморозки пищевых продуктов во время их транспортировки без холодильной камеры.

При фазовом переходе вещество, меняя своё агрегатное состояние, продолжает освобождать или поглощать тепло, но его собственная температура при этом не меняется. Например, когда мы нагреваем на плите кастрюлю с водой, она закипает при температуре 100 °С. Чтобы кипение продолжалось, необходимо

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

На данный момент наука говорит, помимо трёх основных, ещё о нескольких агрегатных состояниях вещества. Это плазма, сверхкритические флюиды, жидкие кристаллы, конденсаты Бозе – Эйнштейна. Некоторые учёные считают, что не все эти состояния вещества можно причислять к агрегатным.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Водяной пар – это газообразное состояние воды. Он прозрачный, не имеет цвета, вкуса и запаха, его невозможно увидеть. Белую дымку, которая поднимается над кипящей на плите водой, обычно ошибочно называют паром. Но на самом деле это не пар (пар невидим), а туман. Соприкасаясь с более холодным воздухом, пар частично конденсируется в виде микроскопических капелек, которые мы и можем наблюдать. Туман, который бывает в природе, устроен точно так же.

ЭКСПЕРИМЕНТ

1

СВОЙСТВА
ВЕЩЕСТВ

2

СОСТОЯНИЯ
ВЕЩЕСТВА

3

КЛАССИФИКАЦИЯ
ВЕЩЕСТВ

4

СМЕСИ

5

ХИМИЯ
НА КУХНЕ

6



Подожди, пока лёд не растопится полностью.

3. Сними сковородку с плиты и рассмотри воду, которая получилась после таяния льда. Сравни жидкость и твёрдое тело.
4. Опять поставь сковородку на электроплитку, немного увеличь её мощность. Наблюдай за тем, как вода начнёт кипеть. **Осторожно, не обожгись паром!** По каким признакам ты заметил начало кипения?
5. Помести зеркальце над паром, держа его за ручку, чтобы не обжечься. Посмотри, как пар будет собираться на стекле и конденсироваться в воду. Как выглядит вода на зеркальце?
6. Сними сковородку с плиты.
7. Остуди полученную воду, затем перелей её в лоток для льда и поставь в морозильную камеру холодильника.
8. Через 1–2 часа достань лоток и посмотри, что случилось с водой. Как теперь выглядит вода, какой она стала на ощупь?

Вывод

Ты увидел основные фазовые переходы воды. Давай повторим их названия.

- Из твёрдого состояния в жидкое – плавление (таяние).
- Из жидкости в газ – испарение и кипение.
- Из газа в жидкость – конденсация.
- Из жидкости в твёрдое состояние – кристаллизация (замерзание).

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Несмотря на то, что сухой лёд сразу переходит в газообразное состояние, жидкая углекислота тоже существует. Это её агрегатное состояние образуется при охлаждении углекислого газа под высоким давлением. Она представляет собой бесцветную жидкость. При выпуске жидкой углекислоты из баллона в атмосферу часть её испаряется, а другая часть образует хлопья сухого льда. Баллоны с жидкой углекислотой широко применяются в качестве огнетушителей, а также для производства газированной воды и лимонада.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Назови три агрегатных состояния веществ.
 - Назови все фазовые переходы.
 - Что требуется для того, чтобы вещество перешло в другое состояние?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Назови несколько веществ, которые при комнатной температуре:
 - представляют собой твёрдые тела,
 - имеют вид жидкости,
 - находятся в газообразном состоянии.



ПЛОТНОСТЬ ВОДЫ

Кинетическая энергия, энергия движения частиц – главное, что определяет состояние вещества. Повторим вкратце то, что тебе уже известно. Когда молекулы вещества обладают низкой энергией, сила взаимного притяжения молекул заставляет их держаться близко друг от друга.

В результате они собираются в плотное, твёрдое вещество. Если молекулы получают

энергию из внешнего источника, их энергия возрастает, они начинают двигаться быстрее, удаляясь друг от друга на большее расстояние. Сила взаимного притяжения продолжает удерживать их вместе, но уже гораздо слабее. И если вещество продолжает получать энергию извне, в какой-то момент молекулы начинают двигаться так активно, что связь между ними совсем ослабевает: вещество превращается в газ.

Разобравшись с этим процессом, подумай вот о чём. Допустим, у тебя есть одно и то же вещество в двух состояниях – твёрдом и жидком. Что будет иметь большую плотность, а что меньшую: жидкость или твёрдое тело? Ты помнишь, что такое плотность? Это масса, делённая на объём.

Путь рассуждения может быть таким: поскольку молекулы в твёрдом веществе сильнее притягиваются друг к другу, чем в жидкости, плотность твёрдого тела будет выше (не забудь, мы говорим об *одном и том же* веществе в разных состояниях). Практически во всех случаях так оно и есть. Плотность жидкого золота меньше плотности золота в слитке. Сухой лёд имеет плотность большую, чем жидкая углекислота. Почти все вещества подходят под эту закономерность: плотность твёрдого вещества больше плотности того же вещества в жидком состоянии. Существует всего несколько исключений, и самое известное из них – одно. Но какое!..

Вспомни: о каком веществе мы говорили на 9-м уроке, что оно, кристаллизуясь, становится менее плотным, чем было в жидком состоянии? Вода – одно из немногих веществ, расширяющееся при замерзании. Поэтому кубики льда плавают на поверхности воды в стакане; плотность льда меньше плотности воды. Так получается потому, что молекулы воды при её замерзании соединяются в ажурную конструкцию, оказываясь друг от друга даже на немного большем расстоянии, чем находились в жидкости.

Цель: наглядно продемонстрировать соотношение плотности льда и воды.

Необходимые материалы: стеклянная банка, вода, маркер, морозильная камера.

Ход работы

1. Наполни банку водой до половины.
2. Снаружи на стенке банки отметь маркером уровень воды. Не закрывай банку крышкой.
3. Поставь банку в морозильную камеру на несколько часов.
4. После того, как вода замёрзнет, сравни уровень воды и уровень льда. Ты увидишь, что вода, перейдя в твёрдое состояние, расширилась.
5. Поставь банку со льдом на стол, чтобы лёд растаял. Ты увидишь, что по мере таяния уровень содержимого банки будет опускаться.
6. Когда оставшийся лёд будет представлять собой отдельные льдинки, они всплывут на поверхность воды. Это приводит нас к тому же выводу.

Вывод

Жидкая вода занимает меньшее пространство, чем лёд, следовательно, объём воды меньше объёма льда (при той же массе) – а значит, плотность воды выше плотности льда.

Это удивительное свойство воды имеет невероятно важное значение для поддержания жизни на Земле. Мы уже говорили об этом на 9-м уроке. Если бы плотность льда была выше плотности воды, то с наступлением зимы более плотный лёд опускался бы на дно водоёмов. Озёра и пруды не покрывались бы ледяным слоем только сверху, а промерзали бы полностью, и вся жизнь в них погибла бы. Смерть водных обитателей нарушила бы всю *экологическую систему* Земли. В таких условиях животные и человек тоже вряд ли смогли бы существовать. Но Бог предусмотрел это – и придал такое уникальное свойство одному из главных веществ, без которого немыслима жизнь. Лёд, хотя он и холодный, покрывает поверхность воды и не даёт ей промёрзнуть насквозь даже в самые суровые морозы.



урок 12

ТВЁРДЫЕ ТЕЛА Твёрдый как камень



СЛОВАРЬ:

- кристаллическая решётка

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- аморфное тело



Каковы свойства твёрдого тела?

Твёрдое тело – это агрегатное состояние вещества, при котором у атомов и молекул очень низкая кинетическая энергия, а сила взаимного притяжения между ними высока. Частицы вещества двигаются медленно, далеко со своего места не уходят, совершая лишь небольшие колебания.

У твёрдых тел есть ещё некоторые общие свойства. Их нужно знать, чтобы не ошибиться и не спутать твёрдое состояние с каким-нибудь другим. Ты удивишься: да разве можно здесь перепутать?!.. Твёрдое тело – оно ведь твёрдое! Да ещё и тяжёлое. Но на самом деле, не всё так просто. Не все твёрдые тела на ощупь твёрдые, и не все они тяжёлые. Вот, например, лист бумаги. Разве мы называем его твёрдым в повседневном значении слова? И тяжёлым его тоже никто не посчитает. А вот если неудачно прыгнуть с вышки в воду, она покажется твёрже любого камня. Так в чём же отличие твёрдых тел от жидкостей и газов?

Во-первых, твёрдое тело сохраняет свою форму. Конечно, можно взять молоток и с его помощью, хорошенько постаравшись, придать большинству твёрдых тел новые формы. Но без внешнего приложения силы этого не произойдёт. Даже резиновая лента (которую можно растянуть и сделать в три раза длинней и в 10 раз уже), если она просто лежит на столе, останется такой же, как она есть.

Во-вторых, у твёрдых тел есть определённый объём, они занимают фиксированную часть пространства. Твой рабочий стол сегодня такого же размера и формы, как и вчера, и завтра он будет таким же (если только кто-то не отпилит от него ножки). У учебника те же длина, ширина, и толщина книги тоже не изменилась сама собой. Значит, и его объём остаётся неизменным.

В-третьих, твёрдые тела обладают высокой плотностью. Масса вещества, находящегося в этом состоянии, будет выше, чем у соответствующей жидкости или газа. (Не забываем о том, что лёд является исключением из этого правила!) Это потому, что молекулы вещества, находящегося в твёрдом состоянии, плотно «упакованы». Вода – исключение! Некоторые твёрдые предметы обладают невысокой

плотностью из-за того что в них есть пустоты, заполненные воздухом или другим газом. Лучший пример тому – мячик для настольного тенниса.

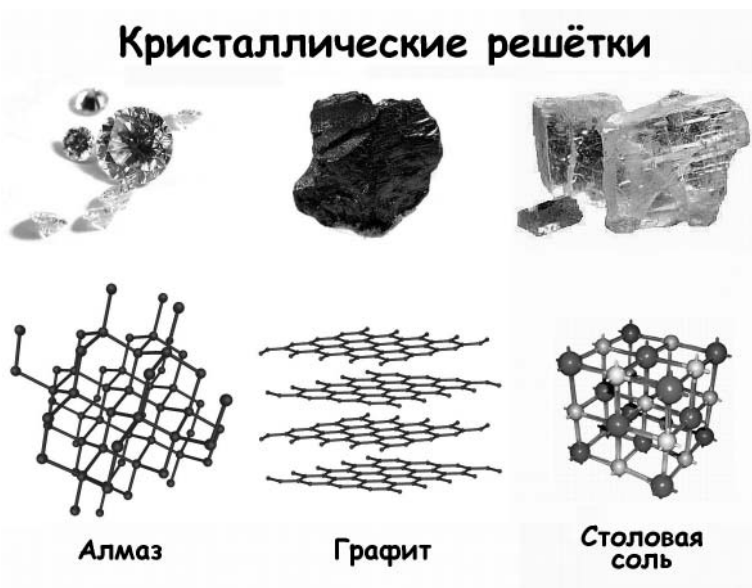
Твёрдые тела образуются при охлаждении жидкости. Частицы вещества, теряя энергию, замедляют своё движение и в какой-то момент (при достижении границы фазового перехода) соединяются друг с другом в определённом порядке, образуя *кристаллическую структуру* или, как её часто называют, **кристаллическую решётку**. Это означает, что молекулы или атомы выстраиваются упорядоченно, устанавливая одинаковые, симметричные связи друг с другом. Вода при замерзании тоже образует кристаллы. Иногда они принимают форму прекрасных снежинок, а иногда образуют огромные ледяные глыбы; но на молекулярном уровне и то, и другое представляет собой правильную кристаллическую структуру, чёткую и симметричную.

Зачастую форма кристаллической решётки зависит от того, быстро или медленно охлаждалась жидкость, какое она испытывала при этом давление. Если охлаждение протекает медленно, частицы некоторых веществ могут составлять более плотные кристаллические структуры с более прочными связями. Таким образом, из-за разных условий формирования твёрдые тела могут иметь различные свойства, даже если по составу они абсолютно одинаковы. Наиболее яркий пример: графит и алмаз. Оба они – ни что иное как твёрдая форма углерода. Графит образуется под землёй при сравнительно невысоком давлении. В таких условиях формируется минерал мягкий, скользкий на ощупь, слоистой структуры. При нажатии он расслаивается на мелкие чешуйки. Из-за этого своего свойства графит используется для производства карандашных грифелей. Алмаз состоит из точно таких же атомов углерода, но они «запекаются» в земных недрах при высочайших температурах и под огромным давлением. В результате атомы выстраиваются в кристаллическую решётку другой формы, между ними возникают очень прочные связи. Поэтому алмаз – самый твёрдый минерал на свете.

Другой пример. Кристаллическая сера – это твёрдое вещество, хоть и достаточно хрупкое, а пластическая сера, сформировавшаяся при быстром охлаждении, похожа по своей структуре на пластилин.

Впрочем, атомы и молекулы многих веществ могут соединиться вместе только одним способом, и различных модификаций у них нет.

Химические элементы – «кирпичики», из которых состоят все остальные вещества на Земле, – при нормальной температуре и атмосферном давлении большей частью существуют в твёрдом состоянии. Лишь два элемента, ртуть и бром, в обычных условиях представляют собой жидкости, и ещё одиннадцать элементов – это газы. Твёрдые тела на Земле – наиболее часто встречающееся состояние различных веществ.





В ПОИСКАХ ТВЁРДОГО ТЕЛА

Цель: определить, какие вещества находятся в твёрдом состоянии, а какие нет.

Необходимые материалы: деревянный брусок, камень, пустая коробочка из-под чая, металлическая ложка, мёд, гелий в воздушном шарике.

Ход работы

Для каждого из веществ ответь на следующие вопросы.

1. Тяжёлое или лёгкое это тело, на твой взгляд?
2. Плавает ли оно в воздухе, или его плотность больше?
3. Если поместить вещество в одну ёмкость, а потом в другую, займет ли оно столько же места?
4. А сохранит ли оно при этом свою форму?
5. Это – твёрдое тело?

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Каковы свойства твёрдых тел?
- Как формируется кристаллическая решётка твёрдых тел?
- В каком агрегатном состоянии находится при обычных условиях большинство элементов?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Пластилин – твёрдое тело или жидкость?



СТЕКЛО: ТВЁРДОЕ ТЕЛО ИЛИ ЖИДКОСТЬ?

Ты уже немало знаешь о твёрдых телах и их свойствах, правда? Тогда ответь: обыкновенное стекло – это жидкость или твёрдое тело?..

Давай рассуждать. Стекло имеет свою постоянную форму. Находясь в оконной раме, оно остаётся на месте, а не вытекает на подоконник под действием силы тяжести. Предметы, сделанные из стекла, не меняют формы и объёма. Наконец, у стекла достаточно высокая плотность. Широкий и плоский кусок стекла может держаться на поверхности воды, но только благодаря *поверхностному натяжению* – силе, действующей на поверхности жидкостей (о ней ты узнаешь на следующем уроке); а вот стеклянный шарик или любая фигурка из стекла сразу же идёт ко дну, потому что плотность стекла выше плотности воды. Из всего перечисленного можно сделать вывод: стекло – это твёрдое тело.

Тем не менее, у стекла (не расплавленного, а при комнатной температуре) присутствуют ещё и свойства, позволяющие говорить о нём как о жидкости!

Во-первых, у стекла нет единственной точки плавления – то есть, у него отсутствует граница фазового перехода. Ты помнишь, что лёд, например, всегда тает при

одной и той же температуре – 0 градусов Цельсия (на уровне моря). А вот разные образцы стекла могут плавиться при разных температурах. И размягчается стекло при нагревании постепенно, становится всё более и более вязким. Возникает ощущение, что оно с самого начала было жидким, хотя и сильно загустевшим.

Далее. Мы сказали, что оконное стекло не меняет своей формы, стекая вниз. Но существуют основания усомниться в этом утверждении. Если взглянуть на образец очень старого стекла – например, из витража собора, которому уже сотни лет, – можно заметить, что внизу оно толще, чем сверху. Многие учёные убеждены: это говорит о том, что стекло течёт! Медленно, но всё же стекает вниз, а значит, оно – очень густая жидкость, но никак не твёрдое тело.

Но, с другой стороны, стекло упругое и хрупкое: при резком ударе оно разлетается на части. А это свойственно твёрдым телам, а никак не жидкостям.

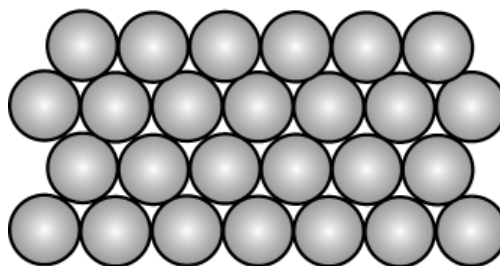
Главное же состоит вот в чём: у стекла нет характерной для твёрдых тел кристаллической решётки. Молекулы стекла расположены хаотично, без какого-либо порядка и закономерности. Тем не менее, они располагаются очень близко друг к другу, и связи между ними довольно сильные.

Кажется, мы столкнулись с чем-то необычным. Как можно быть одновременно вязким и упругим, текучим и хрупким?

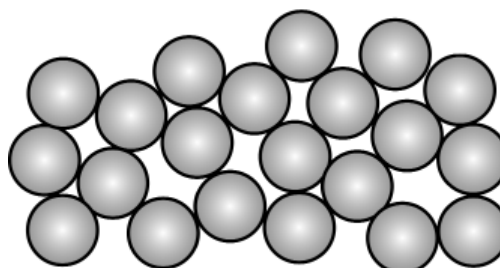
Такие физические тела, сочетающие признаки твёрдого и жидкого состояний вещества, учёные выделяют в отдельную группу. Они получили название **аморфных тел**. Одни учёные склонны полагать, что они являются всё же особым случаем твёрдых тел. Другие утверждают, что это – сверхохлаждённые жидкости. А к какому выводу пришёл ты?

Подумай: какие ещё аморфные тела тебе известны?

Кристаллическая структура



Аморфная структура



урок 13

ЖИДКОСТИ

Хоть залейся!



СЛОВАРЬ:

- несжимаемость
- вязкость
- поверхностное натяжение

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- летучесть
- скорость испарения



Каковы свойства жидкости?

Ты уже знаешь, что существуют три основных состояния вещества: твёрдое тело, жидкость и газ. Когда частицы вещества обладают достаточной энергией, чтобы передвигаться внутри вещества, но недостаточной для того, чтобы отдалиться на достаточное расстояние, такое состояние вещества называется *жидкость*. Молекулы жидкости не имеют определённого взаимного расположения, но полная свобода передвижения им недоступна. Между ними существует притяжение, достаточно сильное, чтобы удерживать их на близком расстоянии. В то же время, молекулы жидкости обладают большей кинетической энергией, чем молекулы твёрдого тела, и могут двигаться свободнее.

Поэтому плотность вещества, находящегося в состоянии жидкости, меньше, чем когда оно пребывает в твёрдом состоянии, но больше, чем у газа. Правда, вода в обычном, жидком виде, имеет большую плотность, чем лёд, но это исключение.

Ещё один результат относительной свободы перемещения молекул внутри жидкостей состоит в том, что жидкость не имеет постоянной формы: она принимает форму любой ёмкости, в которую её наливают.

А вот объём жидкости при этом остаётся постоянным (при неизменных внешних условиях), так как молекулы продолжают оставаться на малых расстояниях друг от друга. Поэтому жидкость чрезвычайно трудно сжать механическим способом – она обладает свойством **несжимаемости**.

Небольшого изменения объёма жидкости можно добиться, изменяя её температуру. Почти все жидкости расширяются при нагревании и сжимаются при охлаждении. Впрочем, встречаются и исключения: и прежде всего, это опять вода. С момента таяния (0 °C) и до достижения приблизительно 4 °C она сжимается. А тормозная жидкость в автомобилях вообще практически не реагирует на изменения температуры.

Ты, наверное, замечал, что некоторые жидкости гуще других. Это также зависит от силы притяжения между молекулами вещества. Сильное притяжение тормозит



Мёд более вязкий, чем вода

движение жидкости, и она течёт медленно. Густая жидкость считается более вязкой. **Вязкость** – показатель того, насколько сильно молекулы жидкости притягиваются друг к другу.

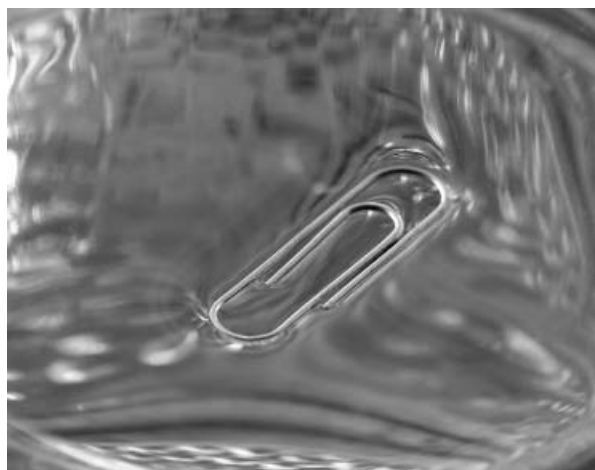
Что ты вспоминаешь в первую очередь, услышав слово «жидкость»? Конечно же, воду. Это самая распространённая жидкость на Земле. У воды относительно низкая вязкость, она льётся быстро. Ты запросто сможешь перелить её из одной ёмкости в другую. Подумай, какие хорошо знакомые тебе жидкости можно назвать невязкими? Молоко, минеральная вода и многие другие напитки в основном состоят из воды, поэтому вязкость у них низкая. Но существуют и очень вязкие жидкости: например, мазут или кукурузный сироп.

При нагревании вязкость многих жидкостей падает. Это происходит потому, что с повышением температуры кинетическая энергия каждой молекулы возрастает быстрее, чем энергия взаимодействия (притяжения) между ними.

И ещё одно важное свойство жидкостей возникает в результате особенностей взаимодействия её молекул: На молекулы внутри жидкости притяжение других молекул действует со всех сторон – и поэтому взаимно уравнивается. А вот у молекул, находящихся на поверхности, есть «соседи» только внутри. Поэтому поверхностные молекулы притягиваются внутрь. В результате вся поверхность жидкости стремится стянуться под воздействием этих сил притяжения. Возникает эффект **поверхностного натяжения**. На поверхности жидкости словно бы образуется невидимая тонкая и упругая плёнка.

Благодаря поверхностному натяжению жидкость можно налить в стакан или другую ёмкость не только до краёв, но и так, чтобы она слегка приподнималась над краями. Создаётся полное впечатление того, что сверху она покрыта тончайшей плёнкой. Маленькие предметы способны удерживаться на поверхности жидкости, даже если их плотность превышает плотность этой жидкости – при условии, что их вес (а это, как ты помнишь, сила) оказывается меньше силы поверхностного натяжения. Именно благодаря этой силе удерживаются на поверхности воды и свободно скользят по ней жуки-водомерки.

Под действием силы поверхностного натяжения любая жидкость, если на неё не действуют другие силы, стремится всячески уменьшить свою поверхность: ведь оказавшаяся на поверхности молекула притягивается внутрь, а значит, «старается» с поверхности уйти. Минимальную поверхность из всех возможных форм одного и того же объёма имеет шар. Поэтому если на жидкость действуют только



Скрепка удерживается на поверхности воды силой поверхностного натяжения



силы поверхностного натяжения, она обязательно примет сферическую форму. Вот почему капли воды в свободном падении принимают вид маленьких шариков. В невесомости жидкость, случайно пролитая из сосуда, начинает летать по космическому кораблю также в форме шара. Любые наполненные воздухом пузырьки жидкости (и мыльные пузыри в том числе) тоже имеют шарообразную форму.

Поверхностное натяжение действует не только на границе жидкости с воздухом, но и на границе между двумя жидкостями. Например, если в прозрачный стакан с разбавленным водой спиртом поместить пипеткой каплю растительного масла, она примет форму красивого золотистого шарика, плавающего внутри другой, прозрачной жидкости.

Мы видим, что все основные свойства жидкостей зависят от особенностей движения и взаимодействия её молекул.



Мыльный пузырь



УВЯЗЛИ ПО УШИ

Классический метод измерения вязкости таков: подсчитывают время, за которое заданный объём жидкости вытечет через отверстие определённого размера под действием силы тяжести. Поэтому единицы вязкости в СИ – $\text{м}^2/\text{с}$.

Ниже приведена таблица вязкости (при комнатной температуре) некоторых знакомых тебе жидкостей. Расположи их в порядке возрастания вязкости. Какая жидкость из перечисленных самая вязкая?

Арахисовое масло – $42 \text{ мм}^2/\text{с}$

Вода – $1 \text{ мм}^2/\text{с}$

Вода морская – $1,15 \text{ мм}^2/\text{с}$

Касторка – $260 \text{ мм}^2/\text{с}$

Керосин – $2,71 \text{ мм}^2/\text{с}$

Кокосовое масло – $30 \text{ мм}^2/\text{с}$

Кукурузное масло – $29 \text{ мм}^2/\text{с}$

Мёд – $74 \text{ мм}^2/\text{с}$

Чёрная патока – $281\text{--}5070 \text{ мм}^2/\text{с}$

Молоко – $1,13 \text{ мм}^2/\text{с}$

Оливковое масло – $43 \text{ мм}^2/\text{с}$

Рыбий жир – $32 \text{ мм}^2/\text{с}$

Чернила для принтера – $550\text{--}2200 \text{ мм}^2/\text{с}$

Бензин – $0,5\text{--}0,8 \text{ мм}^2/\text{с}$



ВЫШЕ КРАЯ

Цель: наблюдение эффекта поверхностного натяжения.

Необходимые материалы: вода, стакан, металлические скрепки или мелкие монеты.

Ход работы

1. Наполни до краёв стакан водой.
2. Задай себе вопрос: «Можно ли поместить в стакан ещё что-нибудь, не пролив воды?»

3. Начинай осторожно, по одной опускать (в вертикальном положении) в стакан скрепки или монетки. Что происходит? Вода в стакане постепенно приподнимается над его краями, образует своеобразный купол, но не проливается.
4. Осторожно попробуй положить на поверхность воды (в горизонтальном положении) одну скрепку или монетку. Удалось ли тебе это сделать?

Вопросы

- Сколько скрепок (монеток) ты смог добавить в полный стакан воды, пока она не пролилась?
- Почему вода смогла подняться над краем стакана, не пролившись?
- Какая сила удержала скрепку или монетку на поверхности воды?

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- В каком веществе кинетическая энергия молекул выше – в твёрдом или жидком?
 - Какую форму имеет жидкость?
 - Легко ли сжать жидкость?
 - Что такое вязкость?
 - Что такое поверхностное натяжение?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- В чём сходство жидкости и твёрдого тела?
 - В чём разница между жидкостью и твёрдым телом?
 - Как превратить твёрдое тело в жидкость?
 - Действует ли сила поверхностного натяжения на поверхности твёрдых тел?



ИСПАРЕНИЕ

При каких условиях жидкость – например, вода – испаряется? Если ты был внимателен на последних уроках, то, скорее всего, уверенно ответишь: для этого нужно нагреть жидкость до температуры фазового перехода. Для воды это точка кипения, 100 °С. Внутри бурлящего на плите чайника, окутанного «паром» (а точнее, конденсированным туманом), температура именно такая. При этой температуре кинетическая энергия молекул возрастает настолько, что они преодолевают силу, связывавшую их между собой, и разбегаются во все стороны, образуя газ.

Всё это правильно, и ты молодец, что всё так хорошо понял и запомнил. Но вот смотри: ты пролил воду из стакана на стол и не вытер её. Вернулся через некоторое время – а воды на столе уже нет. Куда она делась? Испарилась, превратилась из жидкости в газ, хотя никто её не нагревал, и она не кипела.

Процесс перехода вещества из жидкого состояния в газообразное называется *испарение*. Если жидкость нагреть до точки кипения, начинается фазовый переход, и она испаряется очень быстро. Но медленное испарение происходит и без нагревания. Не у всех молекул жидкости одинаковая кинетическая энергия: у одних она больше, у других меньше. Когда молекула с высокой кинетической энергией, двигаясь внутри вещества, достигает поверхности жидкости, она может «выскочить» в воздух, разорвав



все связи с остальными частицами. Такие молекулы-беглянки становятся молекулами газа.

Летучесть жидкости, то есть её способность испаряться, зависит, как и поверхностное натяжение, от силы взаимного притяжения её молекул. Чем меньше поверхностное натяжение, тем более летуча жидкость.

Вода испаряется с поверхности любого водоёма: озера, реки, пруда, моря, океана. Испарение – часть круговорота воды в природе. Если ты вспотел, жидкость с поверхности твоего тела тоже начинает постепенно испаряться в воздух. Процесс превращения жидкости в газ требует энергии. Поэтому, когда ты потеешь, твоё тело охлаждается.

Скорость испарения зависит от трёх основных факторов. Первый – это температура жидкости. Как ты считаешь, как скажется на скорости испарения повышение температуры: ускорится оно или замедлится? Для превращения жидкости в газ требуется энергия. Поэтому, нагревая жидкость (придавая ей дополнительную энергию), ты ускоряешь процесс испарения. Вот почему лучше поливать цветы на клумбе рано утром, пока ещё не жарко. Утром воздух прохладный, поэтому испарение будет протекать значительно медленнее, чем в полдень, и цветам достанется больше воды.

На скорость испарения влияет и влажность воздуха над поверхностью жидкости. Как ты считаешь, в каком случае испарение будет происходить быстрее: если воздух сухой или влажный? Когда в воздухе мало водяного пара, молекулам воды намного проще в нём двигаться. Если же пара много, то молекула, вылетев с поверхности воды в воздух, может столкнуться там с другой молекулой и вернуться обратно в жидкость. Ещё нужно отметить: если над поверхностью водоёма дует ветер, испарится больше воды, чем при безветренной погоде.

И, наконец, скорость испарения зависит от площади поверхности жидкости. Как ты считаешь, откуда испарится больше воды – из высокого узкого стакана или из широкого и низкого? Чем больше площадь поверхности, тем больше возможностей у молекул воды выскочить оттуда. Так что из широкой ёмкости вода испарится быстрее, чем из узкой.

Цель: исследовать, как ветер влияет на скорость испарения.

Необходимые материалы: чашка воды.

Ход работы

1. Намочи указательные пальцы обеих рук, окунув их в чашку с водой.
2. На один палец аккуратно и несильно подуй.
3. Другой палец держи вертикально, но не дуешь на него.

Вопросы

- Какой палец высохнет быстрее?
- Что ты чувствуешь тем пальцем, не который дуешь? А другим?

Вывод: палец, на который ты дуешь, чувствует прохладу. Для испарения влаги требуется энергия, и палец отдаёт её в виде тепла.



Вода постоянно испаряется из водоёмов

ГАЗЫ

Легче воздуха?

урок 14



СЛОВАРЬ:

- кислород
- атмосфера
- давление газа
- атмосферное давление

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- диффузия



Каковы свойства газа?

Как ты думаешь, какой газ самый важный для человека? Скорее всего, ты скажешь: это воздух, ведь он нужен нам для дыхания. Действительно, если человека лишить возможности дышать, он мгновенно умрёт. Но воздух – это не однородный газ, а смесь нескольких газов. Для нашего дыхания необходим **кислород** – газ без цвета, вкуса и запаха. Но и другие составные части воздуха важны для живых организмов. Бог так создал газовую оболочку Земли – **атмосферу**, – чтобы её состав был точно приспособлен для поддержания жизни. Знаешь ли ты, из каких именно газов состоит воздух? На одном из следующих уроков мы поговорим об этом подробнее.

Вещество переходит в газообразное состояние, когда кинетическая энергия молекул возрастает настолько, что они преодолевают силы, которые притягивают их друг к другу – те силы, которые сдерживают частицы в жидкости и твёрдом теле. Теперь молекулы могут удаляться друг от друга на большое расстояние. Поэтому у газа не бывает определённой формы. Его молекулы беспорядочно блуждают внутри той ёмкости, в которой находится газ. По той же самой причине газ не имеет фиксированного объёма: он стремится заполнить весь доступный ему объём (например, всю ёмкость, в которую он помещён). Молекулы двигаются хаотично, и газ распределяется внутри ёмкости достаточно равномерно. (В масштабе всей нашей планеты газообразная атмосфера не расширяется всё сильнее и не покидает Землю, так как её удерживает сила земного притяжения – гравитация).

Преодоление притяжения между молекулами вещества требует большого количества энергии, и поэтому молекулы газа двигаются быстро, прямо-таки мчатся. Молекулы газов, входящих в состав воздуха, как правило, двигаются со скоростью 490 метров в секунду. На такой скорости территорию Украины можно пересечь с запада на восток за 45 минут! Однако молекулы не летают так далеко: на своём пути они постоянно сталкиваются друг с другом или с другими объектами. При этом они меняют направление движения. Молекулы воздуха совершают миллионы столк-



новений за секунду. Это такой хаотический рикошет: они мчатся, сталкиваются с другими молекулами и со всем, что попадает на пути, отлетают в другую сторону, опять сталкиваются... Представь себе: каждую секунду миллиарды частиц воздуха бомбардируют каждый квадратный миллиметр всего, что существует на Земле!

Внутри ёмкости молекулы газа сталкиваются друг с другом и со стенками ёмкости. Если бы в стенки контейнера изнутри ударялась лишь пара десятков молекул, никто бы этого и не заметил. Но внутри любой ёмкости – того же воздушного шарика – находятся многие миллиарды молекул газа, поэтому их столкновение со стенками шарика создаёт давление, действующее изнутри. Это – **давление газа**. Почему же шарик не лопаётся, ведь у него такие тонкие стенки?!.. Потому что воздух, который находится снаружи шарика, тоже давит на его стенки, но уже снаружи.

Давление газа в применении к воздуху, которое мы все испытываем на себе, называется **атмосферное давление**. На земной поверхности оно может быть различным – например, в зависимости от погоды. Кроме того, чем выше мы поднимаемся над уровнем моря, тем разреженнее становится воздух, тем дальше друг от друга находятся его молекулы, и, следовательно, атмосферное давление становится всё меньше и меньше.

Хотя атмосферный воздух постоянно давит на нас, мы этого не ощущаем. Организм человека устроен Господом так, что он прекрасно приспособлен для окружающих условий. А если условия вокруг тебя меняются, твоё тело быстро приспосабливается под них. Тебе приходилось ходить в поход в горы, летать на самолёте или ехать на машине по горным дорогам? Помнишь, как при подъёме или спуске у тебя закладывало уши? Это твой организм начинал подстраиваться под изменившееся атмосферное давление. Чтобы сравнить давление воздуха внутри уха (оставшееся таким же, каким оно было на прежней высоте) с изменившимся атмосферным, нужно сглотнуть. При этом открывается специальный орган – *евстахиева труба*, соединяющая среднее ухо с глоткой, – и давление в среднем ухе стабилизируется.

Если твёрдое агрегатное состояние наиболее часто встречается на Земле, то газообразное – самое распространённое состояние вещества во Вселенной (туманности, звёзды, атмосферы планет, межзвёздное вещество и т. д.).



НАБЛЮДАЕМ ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА

Когда молекулы воздуха двигаются быстрее – когда воздух тёплый или холодный?

Цель: исследовать, как температура газа влияет на его давление.

Необходимые материалы: два теннисных мячика, морозильная камера.

Ход работы

1. Положи один мячик в морозильную камеру, а второй пусть останется при комнатной температуре.
2. Попробуй догадаться, какой мячик будет прыгать выше: тёплый или холодный?
3. Через сутки вынь мячик из морозилки.
4. Кинь оба мячика об пол одновременно, с одной высоты.

Вопрос

- Какой мячик подпрыгнул выше? Почему?

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- Когда вещество превращается в газ?
- Какую форму имеет газ?
- В каком из трёх агрегатных состояний вещества его молекулы движутся быстрее всего?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- В чём сходство газа и жидкости?
- Чем газ отличается от жидкости?
- Почему космический скафандр должен быть герметичным, если космонавт выходит в открытый космос, и для чего внутри скафандра должно поддерживаться давление?

**ДИФфуЗИЯ**

Частицы газа свободно передвигаются в любом направлении. Поэтому если в одном объёме находятся несколько разных газов, их молекулы перемешиваются. Из мест высокой концентрации вещества его частицы будут попадать в места низкой концентрации (туда, где их первоначально было мало). Такое движение называется **диффузия** (от латинского слова, означающего *распространение, растекание, рассеивание*).

Именно явление диффузии помогает твоему телу получать кислород, жизненно необходимый для живых существ. Кислород попадает в лёгкие из воздуха, который ты вдыхаешь. Но что происходит с ним дальше? В каждом твоём вдохе содержится примерно 21 % кислорода. А в венозной крови, проходящей через лёгкие, его концентрация намного меньше. Поэтому молекулы кислорода проникают из воздуха в твою кровь: его концентрация в воздухе, заполняющем лёгкие, и в крови уравнивается в результате диффузии. Аналогичным образом, избыток углекислого газа, содержание которого в венозной крови намного выше, чем в окружающем воздухе, благодаря диффузии переходит из неё в лёгкие и с выдохом покидает твой организм. Так Господь использовал процесс диффузии, конструируя твою дыхательную систему.

Другой пример диффузии – распространение в воздухе молекул летучих ароматических веществ. Благодаря этому мы чувствуем запахи. Понятно, что концентрация таких молекул выше всего там, где находится источник запаха: около цветка, например. Но стремительно двигаясь во все стороны от него, они смешиваются с молекулами воздуха, их концентрация постепенно растёт и на расстоянии от источника. Когда такие молекулы попадают в твой нос, ты ощущаешь запах.

Диффузия протекает также на границе двух жидкостей и даже твёрдых тел. Отдельные молекулы веществ, находящихся в более стабильных состояниях, всё равно иногда

**Ароматизатор воздуха в автомобиле**

преодолевают силу взаимного притяжения (вспомни, что ты знаешь об испарении). Но это происходит гораздо медленнее, чем в газовой среде. Например, если кусочек сахара опустить на дно стакана с водой и воду не перемешивать, то пройдет несколько недель, прежде чем раствор станет однородным. Ещё медленнее происходит диффузия одного твёрдого вещества в другое. Например, если медь покрыть золотом, то будет происходить диффузия золота в медь, но при комнатной температуре и обычном давлении понадобится несколько тысячелетий, чтобы частицы золота равномерно проникли в медь на глубину в несколько *микронов* (тысячных долей миллиметра).

Цель: исследовать распространение молекул запаха в воздухе.

Необходимые материалы: духи, чашка или блюдце, стремянка (если нет – табуретка или стул).

Ход работы

1. Загляни в кладовку (или в стенной шкаф) и понюхай, чем там пахнет.
2. Капни немного духов в маленькую ёмкость: чашку или блюдце.
3. Поставь ёмкость с духами на пол в кладовке и закрой дверь.
4. Через 10 минут открой дверь.
5. Понюхай, чем пахнет воздух на высоте твоего роста. Потом встань на стремянку и понюхай воздух ближе к потолку кладовки. Где запах духов сильнее?
6. Закрой дверь кладовки и выжди ещё 10–15 минут.
7. Снова понюхай, чем пахнет в кладовке на разной высоте. Сложнее ли стало определить, где сильнее пахнет духами – под потолком или около пола? Если разница в интенсивности запаха всё ещё сильная, закрой дверь на 1 час, а потом повтори опыт.

Вывод

В результате диффузии молекулы духов, улетучиваясь (испаряясь) с их поверхности, смешаются с молекулами воздуха кладовки. Их концентрация возле пола постепенно уменьшается, а возле потолка (где она была изначально нулевой) – увеличивается.

Приспособления для освежения воздуха действуют благодаря диффузии.

ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

Законы, которые
соблюдаются всегда

урок 15



СЛОВАРЬ:

- закон Бойля – Мариотта
- закон Гей-Люссака
- объединённый газовый закон

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- закон Авогадро



Как ведут себя газы?

Учёные всегда стараются узнать, как будет себя вести вещество в различных условиях. Они наблюдают за поведением веществ, за их реакциями, ставят эксперименты: соединяют различные вещества, охлаждают и нагревают их, подвергают давлению – и смотрят, что происходит.

Именно так, экспериментальным путём, были сделаны великие открытия и обнаружены многие важные свойства веществ. Два главных закона, которым подчиняется поведение всех газов, вне зависимости от их состава, открыты именно в ходе экспериментов.

Первый газовый закон был открыт в 1662 году учёным Робертом Бойлем. 14 лет спустя, независимо от Бойля, такую же закономерность обнаружил Эдм Мариотт. Поэтому этот закон

обычно называют **законом Бойля – Мариотта**. Он гласит: изменение объёма газа обратно пропорционально изменению давления при постоянной температуре. Это означает, что с увеличением давления, оказываемого газом, его объём уменьшается; и наоборот: при уменьшении давления объём газа увеличивается. Обратите внимание на слова «*обратно пропорционально*». Это значит: если давление *уменьшить* наполовину, объём газа *увеличится* вдвое; если давление *увеличить* в три раза, объём *уменьшится* до одной трети первоначального; и т.д. Такое соотношение между объёмом и давлением верно для всех газов – при условии, что температура остаётся постоянной.

Действие закона Бойля – Мариотта можно наблюдать во время похода или поездки в горы. Если подняться достаточно высоко (на два километра и выше), то на привале вы можете обнаружить: плотно запечатанный пластиковый или целлофановый пакет с печеньем или другими продуктами, которые вы купили себе в дорогу, раздулся. Это произошло потому, что атмосферное давление (действующее на пакет снаружи) на такой высоте значительно понизилось, а давление газа внутри пакета осталось прежним. Оно начало раздувать пакет изнутри, увеличивая его объём. Почему же пакет не взорвался? Когда объём пакета стал увеличиваться,



давление газа начало уменьшаться. Поэтому по мере вашего подъёма пакет раздувало постепенно: как падающее (в результате увеличения его объёма) давление газа всё время уравнивалось снижающимся атмосферным давлением.

Изменение температуры тоже влияет на объём газа. Эту зависимость между температурой газа и его объёмом исследовал французский учёный Жозеф Луи Гей-Люссак. В 1802 году он опубликовал открытый им закон: изменение объёма газа прямо пропорционально изменению его температуры – при постоянном давлении.

Опять обрати внимание на слова «*прямо пропорционально*»: во сколько раз *увеличивается* температура газовой среды – во столько раз *увеличивается* и её объём. Мы теперь называем это соотношение **законом Гей-Люссака**.

Ты наблюдал такую зависимость, когда делал опыт на прошлом уроке, сравнивая прыгучесть холодного и тёплого мячиков. Когда температура газа снижается, энергия его молекул тоже уменьшается, они двигаются медленнее, занимая меньше пространства. (Обрати внимание, что действие этого закона определяется кинетической энергией молекул газа).

Глядя на формулировки двух названных законов, можно сообразить, что давление газа при сохранении неизменным его объёма зависит от температуры, причём прямо пропорционально: чем холоднее – тем меньше давление. Этот закон назван **законом Шарля** (в честь другого французского исследователя Жака Шарля) или **вторым законом Гей-Люссака**.

Но это ещё не всё. Если записать эти три закона в виде формул, становится ясно, что они объединяются в одну чудесную закономерность, верную для определённой постоянной массы любого газа. Если умножить величину давления этого количества газа на его объём и разделить на температуру, то мы всегда получим одно и то же число! Это уравнение называют **объединённым газовым законом** или **уравнением Клайперона – Менделеева**.

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{const.}$$

Уравнение объединённого газового закона:

p – давление, V – объём, T – температура, const. – неизменная величина

Итак, давление, температура и объём газов тесно связаны между собой. Таков один из механизмов, с использованием которых Создатель сотворил наш мир.



Запечатанный пакет с печеньем, раздувшийся на высоте около 2000 м над уровнем моря



ГОРЯЧИЙ ГАЗ – ХОЛОДНЫЙ ГАЗ

Произвести опыт с изменением давления газа можно, отправившись в поездку или в поход в горы. Из рассказа и фотографии на предыдущей странице понятно, в чём заключается такой эксперимент. А вот действие второго закона можно проверить не выходя из дома: изменяя температуру газа, наблюдать за изменением его объёма. Такой опыт можно поставить двумя способами.

Цель: исследовать связь между изменением температуры газа и его объёмом.

Необходимые материалы: воздушный шарик, портновский сантиметр, морозильная камера, таз или глубокая миска, пустой тетрапак от молока (с закручивающейся крышечкой), микроволновая печь, кухонные рукавицы-прихватки.

Обязательно используй кухонные рукавицы-прихватки, когда работаешь с горячими объектами!

Опыт 1. Ход работы

1. Надуй воздушный шарик и завяжи его, чтобы воздух не выходил.
2. Измерь окружность шарика, запиши результат.
3. Положи шарик в морозильную камеру на 15 минут.
4. Вытащи охлаждённый шарик из морозилки и измерь его окружность.

Вывод

Окружность шарика должна уменьшиться, потому что молекулы холодного воздуха занимают меньший объём.

Опыт 2. Ход работы

1. Наполни достаточно глубокий таз или миску холодной водой наполовину.
2. Налей $\frac{1}{2}$ чашки воды в тетрапак из-под молока. Крышечку не закручивай!
3. Помести молочный пакет в микроволновку и включи подогрев на 30 секунд.
4. Аккуратно (**не забудь кухонные рукавицы!**) вытащи молочный пакет из микроволновой печи.
5. Быстро закрути крышку на тетрапаке и поставь его в таз с холодной водой.

Вывод

По мере того, как водяной пар (испарившаяся вода) внутри тетрапака остывает, его объём уменьшается; ты увидишь, как картонный пакет начнёт «сдуваться».

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?



Метеозонды – это большие воздушные шары, заполненные гелием. Они поднимают в воздух приборы, которыми измеряют температуру, давление и скорость ветра на большой высоте. Когда метеозонд запускают, он надувается только частично. Почему? Зонду предстоит подняться очень высоко. По мере его подъёма атмосферное давление падает, и более сильное давление гелия, действующее изнутри, начинает раздувать шар. Объём газа начинает увеличиваться, а его давление, в соответствии с законом Бойля – Мариотта, уменьшается, пока снова не уравнивается с атмосферным. Если зонд полностью надуется в момент запуска, то по мере увеличения его объёма стенки не выдержат, и шар лопнет, а метеорологи не получат нужных им данных.



СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- Если температура неизменна, а давление газа увеличивается, как изменится его объём?
- Если давление неизменно, а температура газа увеличивается, как изменится его объём?
- Какими двумя способами можно увеличить объём газа?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Почему тебе может понадобиться подкачать шины велосипеда, если ты отправишься на прогулку в холодный день?
- Почему увеличение давления уменьшает объём газа, а рост температуры – увеличивает его?
- Как изменится объём газа, если одновременно увеличить давление и температуру?
- Какие существуют другие формулировки закона Клайперона – Менделеева, включающие и иные количественные характеристики газов?

**ПРОВЕРЯЕМ ЗАКОН ГЕЙ-ЛЮССАКА**

Ты уже проделал несколько опытов, доказывающих справедливость закона Гей-Люссака: по мере роста температуры газа его объём увеличивается, а при снижении температуры его объём уменьшается. Давай проведём ещё один простой эксперимент, чтобы ещё раз понаблюдать, как действует этот закон.

Цель: продемонстрировать доказательство закона Гей-Люссака

Необходимые материалы: жидкость для мытья посуды, пустая мыльница, столовая ложка, две миски или глубокие тарелки, маленькая пластиковая бутылка.

Ход работы

1. Смешай в мыльнице одну столовую ложку жидкости для мытья посуды с двумя столовыми ложками тёплой воды, чтобы получился раствор для мыльных пузырей.
2. Наполни одну миску горячей водой, а вторую – холодной.
3. Окуни горлышко пластиковой бутылки в раствор для мыльных пузырей, чтобы в отверстии горлышка образовалась мыльная плёнка.
4. Обхвати ладонями бутылку, но не сжимай её. Что происходит? Из горлышка бутылки начинает расти мыльный пузырь. Почему это происходит?
5. Снова окуни горлышко бутылки в раствор, чтобы в горловине бутылки получилась крепкая мыльная плёнка.
6. Опустит бутылку в горячую воду. Что происходит? Почему?
7. Быстро перемести бутылку в холодную воду. Что происходит? Почему?

Вывод

Когда воздух в бутылке нагревается, всё равно от чего – от тепла твоих рук или от горячей воды, – объём воздуха в бутылке увеличивается. Выходя из бутылки, воздух раздувает мыльную плёнку – и получается пузырь. Когда воздух в бутылке остывает, объём воздуха уменьшается, и мыльная плёнка втягивается внутрь бутылки.

Запомни ещё один газовый закон, сформулированный в 1811 году итальянским учёным Амедео Авогадро: «В равных объёмах различных газов, взятых при одинаковых температуре и давлении, содержится одно и то же число молекул». Это одно из важнейших положений физики и химии получило название **закона Авогадро**.

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

РОБЕРТ БОЙЛЬ (1627–1691)

Семья Бойля отличалась набожностью, и маленький Роберт с детства проводил много времени за чтением Библии. На протяжении всей жизни он оставался преданным христианином. Не раз ему предлагали значительные посты в Англиканской церкви. Но Бойль отказывался, считая, что Господь предназначил ему служение в другой области.

Роберт получил превосходное домашнее образование. В возрасте восьми лет он поступил в Итонскую коллегию, где проучился четыре года. На двенадцатом году был послан отцом в Женеву, на протяжении нескольких лет продолжал учёбу, а завершил своё образование путешествием в Италию и Францию.

Главным делом своей жизни Бойль выбрал науку, а своим служением считал развивать её, следуя библейским принципам. Когда он только вступал на научное поприще, химии в том виде, как мы знаем её сейчас, попросту не было. Вместо неё существовала *алхимия* – странная смесь науки и разнообразных суеверий. Но Роберт Бойль был уверен: в свойствах элементов и в их реакциях нет ничего мистического; всё, что происходит с ними, можно объяснить со строго научной точки зрения. В мире, созданном разумным Творцом, всё должно происходить на основании разумно организованных принципов и механизмов.

Убеждённый в силе науки, Бойль проводил тысячи экспериментов. Он был первым, кто определил *элемент* как вещество,



которое невозможно расщепить обычными химическими способами. В то время общепринятой была теория о четырёх «элементах», основоположником которой был ещё античный философ Аристотель. Две тысячи лет просуществовала эта система взглядов – а Бойль не оставил от неё камня на камне! Он доказал, что элементов на самом деле существует гораздо больше.

Кроме того, именно Бойль был первым учёным, который разграничил понятия *смеси* и *химического соединения*. О них ты узнаешь подробнее на следующих уроках.

Можно было бы очень долго перечислять все опыты Бойля, которыми он установил тот или другой новый факт. Но упомянем лишь, что он доказал уникальное свойство воды расширяться при замерзании. Эту громадную силу расширения учёный продемонстрировал, заморозив воду в наглухо закрытой железной трубке с толстыми стенками. При образовании льда железо было разорвано с одного конца трубки.



Бойль больше занимался получением экспериментальных данных, чем их обобщением и выдвижением новых теорий. Даже закон, который носит теперь его имя (закон Бойля – Мариотта) мог остаться им незамеченным, если бы его ученик не обнаружил, что результаты опытов учителя с газами позволяют сделать обобщающий вывод. Тем не менее, Бойль был ведущим химиком XVII века. Многие его открытия положили начало химии как самостоятельной науке.

Бойль считал свою работу служением, на которое его благословил Бог. Он был убеждён, что разум не противоречит религии. В своих лекциях учёный говорил, что христианское учение нужно защищать с научной точки зрения, и что христианство намного более разумно и последовательно, нежели множество философских течений того времени.

Бойль не только организовал в своем имении химическую лабораторию, в которой вместе с помощниками проводил опыты и обучал студентов. Он тратил

богатство, доставшееся ему в наследство, на организацию и поддержку духовных миссий в Индии и Северной Америке. Ещё он финансировал переводы Евангелий и Деяний апостолов на турецкий, арабский, малайский языки, а также перевод всей Библии на ирландское и гэльское наречия.

Своим завещанием Бойль оставил капитал для финансирования ежегодных чтений о Боге и религии – знаменитых «Лекций Бойля». Первая из них состоялась в 1692 г. Целью лекций Бойль определил защиту христианской веры от нападок со стороны неверующих в Христа. «Лекции Бойля» продолжались регулярно вплоть до 1905 г. С 2004 г. их возобновили, и они ежегодно проходят в Лондоне.

Учёные всего мира всегда будут помнить Роберта Бойля из-за его газового закона и других открытий в области практической и теоретической химии. Христиане же всегда будут знать его также как защитника веры перед научным миром, как человека, с чьей помощью Слово Божье распространялось по миру.

часть 4

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Группы веществ: элементы, соединения, смеси
- Уникальные свойства воды и воздуха и их значение для жизни
- Обработка молока: пастеризация и стерилизация

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 16. ЭЛЕМЕНТЫ	78
урок 17. СОЕДИНЕНИЯ.....	85
урок 18 ВОДА.....	89
урок 19. СМЕСИ	93
урок 20. ВОЗДУХ	97
урок 21. МОЛОКО И СЛИВКИ	101



урок 16

ЭЛЕМЕНТЫ «Кирпичики», из которых сложен мир



СЛОВАРЬ:

- классификация
- простое вещество
- элемент
- атом
- элементарные частицы
- молекула
- химическое соединение
- смесь

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- систематизация
- Периодическая таблица элементов
- металлы
- неметаллы
- металлоиды (полуметаллы)



Из чего построена материя?

Любую сложную тему можно понять, нужно только правильно разделить её на меньшие части. Важно уметь делать и обратное: правильным образом соединять отдельные части, чтобы получилась стройная и верная научная картина.

Один из способов изучения сложных вопросов – это **классификация**: группировка собранных в ходе опытов фактов или объектов наблюдения в соответствии с их общими признаками. К примеру, весь живой мир исследователи традиционно делили на две основные большие группы (царства): животные и растения. В свою очередь, всех животных тоже подразделяли на две группы: позвоночные и беспозвоночные, в зависимости от того, есть у них позвоночник или нет.

По мере появления новых научных данных классификации могут развиваться и уточняться. С развитием генетики и других биологических научных дисциплин классификация живых организмов претерпела значительные изменения. Сейчас учёные выделяют не два, а шесть царств: это *животные, растения, грибы, простейшие, бактерии и вирусы*. Причём ряд исследователей добавляет к этому числу ещё одно или два царства. Внутри царства животных классификация тоже стала гораздо более сложной; зачастую она строится на иных признаках, нежели раньше.

Без классификаций не могла бы существовать и химия. Например, выделение агрегатных состояний вещества – это тоже пример классификации.

Одна из важнейших задач, на протяжении веков стоявшая перед учёными-химиками – правильно разделить все вещества на отдельные классы или группы. Сначала исследователи старались выяснить, из чего состоит то или иное вещество, а потом объединяли сходные вещества в группы. В результате были выделены три базовых, основных класса веществ: *элементы* (а также *простые вещества*), *химические соединения* и *смеси*.

Простое вещество – это вещество, молекулы которого состоят из атомов только одного типа (с одинаковым зарядом *атомного ядра* и числом входящих в его состав *протонов*). Совокупность таких атомов называется «элемент».

Элемент – это простейшая форма материи. Частицы, из которых он состоит – *атомы*, – невозможно разложить на более простые составляющие химическими методами. Многие элементы тебе известны: например, кислород, гелий, золото, серебро, углерод. Существуют 92 элемента, которые можно найти в природе. Кроме того в наше время ещё 26 элементов были получены искусственно, в процессе сложнейших экспериментов.

Простое вещество – это форма существования химических элементов. Разница между ними в том, что молекулы простого вещества – это не обязательно одиночные атомы: они могут состоять из нескольких одинаковых атомов. Например, молекула простого вещества кислорода состоит из двух атомов элемента, носящего то же название. Так же обстоит дело и с водородом.

Ты разобрался, чем атом отличается от молекулы? Уже не раз ты слышал и читал оба эти слова. И то, и другое – *наименьшая неделимая частица вещества, обладающая всеми его свойствами*. Но **атом** – это мельчайшая частица *химического элемента*. Он состоит из **элементарных частиц**: протонов, нейтронов (оба эти вида частиц входят в состав *атомного ядра*) и электронов. Сами по себе элементарные частицы уже не имеют никаких общих свойств с тем или иным элементом или другим веществом. А **молекула** – это самая мелкая частица *любого вещества*, простого или сложного, которая обладает всеми его химическими свойствами. Молекула состоит из одного или нескольких атомов. Если молекулу, состоящую из нескольких атомов, разделить на части, то получатся новые вещества – те элементы, атомы которых входили в эту молекулу.

Давай теперь дадим определения двум другим основным группам веществ. **Химические соединения** – это *сложные вещества*; они образуются, когда два или более элементов соединяются в результате химической реакции в одну молекулу, образуя новое вещество. Самые известные соединения – это вода (комбинация атомов кислорода и водорода) и углекислый газ (комбинация атомов кислорода и углерода).

Смесь получается, когда два или более вещества физически соединяются, но не вступают в химическую реакцию, а значит, не образуют новое вещество. Наиболее знакомые нам смеси – молоко и морская вода. Элементы и соединения считаются *чистыми веществами*, а вот смеси – нет, потому что в их состав входят вещества разных типов.

Итак, все вещества на Земле состоят из комбинаций атомов элементов. Сами элементы в виде отдельных атомов встречаются нечасто; чаще всего их атомы соединяются с другими атомами, одинаковыми или другого типа, образуя молекулы. Вот лишь один пример. Воздух, которым мы дышим, в основном состоит из азота и кислорода – но вряд ли нам удастся найти в нём одиночный атом того или другого из этих элементов. Атомы кислорода обычно соединяются друг с другом попарно. То же происходит и с азотом. Два атома азота (элемента) образуют молекулу азота (простого вещества), а пара соединённых вместе атомов кислорода – молекулу кислорода. Молекула, состоящая из двух атомов одного элемента, называется *двухатомной молекулой*.

Каждому элементу учёные присвоили своё имя и свой уникальный символ. В науке часто используются латинские названия – они понятны учёным многих стран. Для обозначения химических элементов обычно используется одна или две первые буквы их латинских названий. К примеру, символом **O** обозначается кислород (латинское название – *oxygen*, *оксиген*), **H** – водород (*hydrogen*, *гидроген*), **He** – гелий (*helium*, *гелиум*), **Si** – кремний (*Silicium*, *силициум*), **Ag** – серебро (*argentum*, *аргентум*), **Fe** – железо (*ferrum*, *феррум*).

Элементы, которые были получены искусственно, часто получали названия в честь великих учёных (*эйнштейний*, *кюри*, *курчатовий*), небесных тел (*нептуний*, *плутоний*), географических объектов (*калифорний*). А последние, полученные совсем недавно, и вовсе пока не имеют имён: им присвоены только временные



названия, по их порядковым номерам на латинском языке (*унунтрий* – «сто тринадцатый», *унунсептий* – «сто семнадцатый»).

Из кирпичиков-элементов состоят все вещества в нашем мире. Изучая элементы, будем благодарны Богу за Его чудесный замысел, в соответствии с которым Он сотворил мир.



ПОТРЕНИРУЕМСЯ В КЛАССИФИКАЦИИ

Из чего сделана Вселенная? Понять это – непростая задача. Учёные во все века хотели разобраться, из каких «кирпичиков» построено всё вокруг нас. Древние греки считали, что всё в мире состоит из четырёх первичных «элементов» или «стихий»: огня, воды, земли и воздуха. Сегодня даже малыши знают, что мир устроен гораздо сложнее.

Цель: применить на практике принципы классификации.

Необходимые материалы: складная картинка (пазл).

Ход работы

1. Высыпь кусочки пазла на середину стола. Эта беспорядочная куча изображает отсутствие каких-либо знаний об элементах – «кирпичиках», из которых состоит вся материя.
2. Найди в этой куче все фрагменты, образующие края картинки. Сложи их в одну сторону, а все фрагменты из середины картинки – в другую. Когда древние учёные начали присматриваться к материи, они обнаружили, что некоторые типы веществ обладают схожими свойствами. Они стали группировать вещества по этому признаку.
3. Рассортируй фрагменты, которые образуют край всей картинки, разделив их по форме. У некоторых есть выступы, у некоторых – выемки, у каких-то – несколько выемок.
4. Рассортируй фрагменты из внутренней части картинки: сделай несколько групп, складывая вместе фрагменты одинаковой формы. Ты делаешь практически то же, чем занимались исследователи на протяжении веков: они классифицировали материю, определяя общие свойства веществ и их различия.
5. Когда ты рассортируешь все фрагменты, представь себе, что кусочки – это элементы. Попробуй представить себе, как они должны соединяться. Найди соединяющиеся друг с другом фрагменты и собери несколько маленьких частей картинки (совет: начни собирать с рамки). Ты действуешь как учёный, который из элементов пытается получить химическое соединение. Несколько элементов, соединившись определённым образом, образуют новое вещество – так же, как несколько фрагментов мозаики могут соединиться, и ты увидишь новую форму или картинку.

Вывод

Когда ты сложишь всю картинку, подумай о первом дне Творения, когда Господь сложил все элементы в нужном порядке и создал наш мир.



СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что такое элемент?
 - Что такое химическое соединение?
 - Что такое смесь?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Найди в Периодической таблице названия элементов, которые получили названия в честь великих учёных. Узнай в книгах и интернете, какие открытия эти учёные совершили.
 - Поваренная соль – это элемент, соединение или смесь?
 - Лимонад – это элемент, соединение или смесь?



ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ (ТАБЛИЦА МЕНДЕЛЕЕВА)

Создать классификацию можно по самым различным признакам, в том числе по малозначащим и второстепенным. Например, разделить всех домашних животных на «моих» и «чужих». Поэтому важно объединить изучаемые объекты в группы не по первому попавшемуся признаку, а чтобы они составляли единую взаимосвязанную систему.

Систематизация – очень важная часть науки, помогающая учёным представлять себе картину мира и совершать новые открытия. Все химические элементы тоже были систематизированы. На следующей странице приведена **Периодическая таблица элементов**. В ней указаны *атомный номер* каждого элемента, его название и символ.

Все элементы разделены на три основные группы. Первая группа включает **металлы**. Их среди элементов большинство (96 из 118-ти). Расположены они в левой части и в середине таблицы. Практически все металлы – твёрдые тела, прекрасные проводники тока.

С правой стороны таблицы располагаются **неметаллы**. Их не очень много, большинство из них имеют газообразную форму (при комнатной температуре). Но есть среди неметаллов и жидкости, и твёрдые тела. Неметаллы плохо проводят ток.

Между металлами и неметаллами расположены семь элементов, свойства которых частично совпадают со свойствами металлов, а частично – со свойствами неметаллов. Эти элементы образуют особую группу **металлоидов**, их ещё называют **полуметаллами**. К их числу относится кремний. Свойства *полупроводника* делает этот элемент незаменимым в производстве компьютеров и другой электронной аппаратуры.

Почему таблица называется периодической? Потому что элементы в ней расположены по мере увеличения количества протонов в их атомных ядрах. Но при этом время от времени свойства веществ начинают повторяться. Такие периоды с повторяющимися изменениями свойств помещены в отдельных *строках* таблицы. В результате у элементов, находящихся в одном вертикальном *столбце*, существует немало общих свойств.

Эта таблица носит имя учёного, который её составил: российского химика Дмитрия Менделеева. Внимательно изучи её: это и интересно, и полезно!



ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

периоды													
	α I 6	α II 6	α III 6	α IV 6	α V 6	α VI 6	α VII 6	α VIII 6	б				
1	H						H	He	2	атомный номер U уран название			
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	10				
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	18				
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	26	27	28		
	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	36		Ni		
											Никель		
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	44	45	46		
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	54		Pd		
											палладий		
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	76	77	78		
											Иридий		
											Pt		
											платина		
7	Fr	Ra	Ac*	Ku	Ns		At	Rn	108	109			
* л а н т а н о й д ы													
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	71
												Лотций	
* а к т и н о и д ы													
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	103
												Лоуренсий	
- s - элементы - p - элементы - d - элементы - f - элементы													

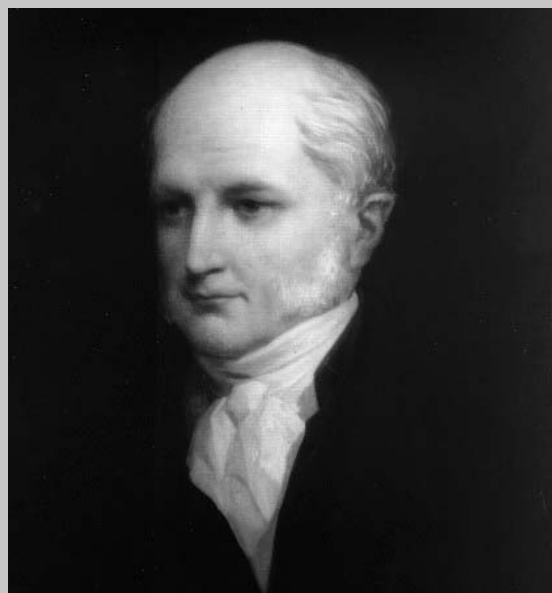
ЭТО ИНТЕРЕСНО!**УИЛЬЯМ ПРАУТ
(1785–1850)**

Врач, химик, отец семерых детей – Уильям Праут был человеком основательным и серьёзным. Родился он 15 января 1785 года, в городе Хортон (графство Глостершир, Юго-Западная Англия). Уильям был старшим из трёх сыновей потомственного фермера Джона Праута. С детства мальчик не отличался крепким здоровьем. Тем не менее, уже в тринадцать лет он все-рѐз включился в работу на ферме, хотя для этого пришлось бросить учёбу.

В семнадцать лет Уильям осознал недостаток образования и ушёл из дома, чтобы возобновить обучение. Он поступил в частную академию в Уилтшире, где изучал греческий язык и латынь, а три года спустя – в классическую семинарию в Редланде. Чтобы оплачивать своё обучение, юноша давал уроки младшим ученикам. Именно в семинарии Праут заинтересовался химией. Один из преподавателей, с которым Уильям подружился за два года учёбы, вдохновил его на изучение медицины и дал рекомендательное письмо к своему другу – ректору Эдинбургского Университета. Праут благополучно поступил в университет и закончил его в 1811 году со степенью доктора медицины.

Затем Праут переехал в Лондон. Там он сначала работал в госпиталях, а в 1813 году начал частную практику. В это время он женился. Уильям и его жена Агнесса стали родителями семерых детей.

Праут сочетал деятельность практикующего врача с исследованиями в области химии. По деревенской привычке он просыпался очень рано, и до начала приёма пациентов работал в своей химической лаборатории. Он впервые предположил, что атомы химических элементов имеют сложную структуру. Эту догадку Праута многие его современники сразу же подвергли сомнению, потому что она разрушала концепцию неделимой природы атома. Но в XIX веке опыты учёных подтвер-



дили, что атом не является неделимым: он состоит из элементарных частиц.

На основании результатов экспериментов других химиков Праут предположил, что вес атомов элементов кратен весу атома водорода. Он полагал, что все атомы образуются из простейшего из них – атома водорода – путём конденсации. Это последнее объяснение было неверным, но предположение о кратности атомного веса элементов атому водорода оказалось правильным. Это объясняется тем, что вес атома зависит от количества в его ядре элементарных частиц – протонов и нейтронов, которые весят одинаково. А ядро водорода состоит всего из одного протона. Оно как бы является «единичкой» на шкале подсчёта атомного веса других элементов.

В одном из экспериментов Уильям Праут показал, что один объём кислорода и два объёма водорода образуют два объёма водяного пара (при сохранении общей массы). Куда делся ещё один объём? Праут сделал вывод, что молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. (Вспомни закон Авогадро!) Для современного человека это прописная истина, но в начале XIX века такое утверждение произвело настоящую научную революцию.

Будучи врачом, Праут исследовал биологические жидкости человека и животных. Кроме того, он разрабатывал новые методы изучения и разделения химических соеди-

ЭКСПЕРИМЕН-
ТАЛЬНАЯ НАУКА

1

СВОЙСТВА
Веществ

2

СОСТОЯНИЯ
Вещества

3

КЛАССИФИКА-
ЦИЯ Веществ

4

СМЕСИ

5

ХИМИЯ
НА КУХНЕ

6



нений. Часто Праут сам становился подопытным в своих экспериментах. Например, он измерял количество углекислого газа, которое выдыхал: фиксировал его в разное время дня, до еды и после еды, ночью и днём, а также в разных состояниях, эмоциональных и физических.

Праут пытался также понять свойства и природу крови. Изучив кровеносную и дыхательную системы, он сделал вывод, что кровь течёт через лёгкие, выводя из организма углекислый газ. Ещё он исследовал состав мочи животных и человека. Учёный обнаружил, что существует разница в составе мочи здорового и больного человека, и что эту разницу в составе вполне можно объяснить с точки зрения химии. По сей день анализ мочи является крайне важным для правильной и своевременной диагностики ряда заболеваний.

Праут изучал пищеварительную систему животных, чтобы понять, какие химические процессы происходят в процессе пищеварения. Он анализировал содержимое желудка кролика в разное время: как до еды, так и сразу после неё – и обнаружил там соляную кислоту.

Кроме того, Праут был абсолютно уверен в том, что дыхание, усваивание пищи и выделение тепла у теплокровных животных взаимосвязаны и представляют собой единый процесс поддержания жизни. Но какие именно механизмы связывают эти три процесса, он определить не смог. Именно Праут предложил классифицировать необходимые организму питательные вещества

на белки, жиры и углеводы. Он также считал, что потребляемая пища влияет на умственные способности человека.

Не жалея ни сил, ни денег, ни времени, Праут стремился к максимальной точности и тщательности экспериментов. Поэтому часто он сам придумывал инструменты для работы. Например, для удаления влаги из веществ у него было оборудование собственного изобретения. Он усовершенствовал конструкцию барометра (прибора для измерения атмосферного давления), которая была принята Лондонским королевским обществом в качестве национального стандарта. Праут проводил множество экспериментов, но не спешил публиковать их результаты: он не хотел выдавать никакой информации до тех пор, пока не убедится окончательно, что его расчёты правильны.

Деятельность Праута получила широкое признание в научном сообществе. В 1819 году его приняли в Лондонское Королевское общество, в 1827 году – удостоили престижной награды, а в 1829 году он был принят в члены Королевского общества врачей.

Уильям Праут многое сделал для понимания природы химических веществ и особенно их роли в жизнедеятельности человека и животных. К сожалению, он не увидел применения многих своих открытий и дальнейшего развития своих идей. Уже в юности он часто страдал от ушных болезней – и в 30-х годах XIX века потерял слух. После этого он до конца жизни удалился от научного сообщества.

СОЕДИНЕНИЯ

Образование новых веществ

урок 17



СЛОВАРЬ:

- химическая формула

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- минерал
- силикат
- карбонат
- галогениды
- галогены
- сульфид
- фосфат
- оксид
- самородные элементы



Что такое химические соединения и как они образуются?

Всё вокруг нас состоит из *атомов* – «строительного материала» нашего мира. Однако подавляющее большинство веществ построено не из единичных атомов, а из *молекул*, в которые объединяются атомы одного или нескольких элементов. Если соединяются два или больше атомов одного элемента, образуется простое вещество. А если молекулу составляют атомы двух и более элементов, получается *химическое соединение*.

Самое известное соединение – вода. Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода.

Когда атомы двух разных элементов соединяются, получившееся новое вещество по своим свойствам совершенно не похоже на те, из которых оно образовалось. К примеру, являющиеся при обычных условиях газами кислород и водород, соединяясь, образуют воду – жидкость (при тех же условиях). Натрий – это мягкий металл, хлор – ядовитый газ, а их соединение, твёрдое кристаллическое вещество, хранится на кухнях всего мира, и ты ешь его ежедневно: это поваренная (столовая) соль.

В мире существуют 92 элемента, и они могут комбинироваться бесчисленное число раз. Учёные уже насчитали более трёх миллионов различных соединений, и это далеко не всё! Некоторые соединения тебе отлично знакомы, их знают абсолютно все: соль, сахар, вода, спирт, углекислый газ, хлорофилл.

Есть элементы, которые легко и быстро вступают в реакцию с другими. А есть и такие, которые стабильны: для реакции с другими элементами им требуются особые условия. Кислород химически очень активный элемент, а азот стабильный. Бог создал атмосферу Земли так, чтобы в ней был большой процент азота именно потому, что он стабилен и неактивно вступает в реакции с другими элементами. Если бы атмосфера на 100 % состояла из кислорода, очень сложно было бы контролировать огонь, пожары поглотили бы Землю почти мгновенно. А если бы дру-



гой газ, который «разбавляет» количество кислорода в воздухе, вступал бы с ним в реакцию, нам было бы нечем дышать. Поэтому атмосфера создана так, что активный элемент кислород сильно разбавлен в ней стабильным элементом азотом.

Подробнее о свойствах элементов и соединений, а также о том, какие силы связывают атомы друг с другом, ты узнаешь из учебника «Свойства атомов и молекул».

Состав каждого соединения можно обозначить схемой, которая называется **химическая формула**. В этой формуле буквенные обозначения показывают, какие элементы вступили в реакцию, а цифры говорят о том, сколько атомов каждого элемента образуют молекулу данного вещества. Например, формула воды: H_2O . Это означает, что её молекула состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Молекула сахара (сахароза) состоит из 12 атомов углерода, 22 атомов водорода и 11 атомов кислорода. Химическая формула сахарозы отражает этот состав: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

Каждое вещество можно описать химической формулой. У одних соединений они очень сложные, у других – гораздо проще.

Тип вещества и его свойства определяются не только тем, атомы каких элементов входят в состав его молекулы, но и количеством этих атомов. Например, молекулы сахара и спирта состоят из атомов одних и тех же элементов: кислорода, углерода и водорода. Но количество атомов каждого элемента в молекуле сахара и молекуле спирта разное. Поэтому свойства у этих двух веществ различные. Молекула спирта состоит из 4 атомов углерода, 8 атомов водорода и 1 атома кислорода ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$), а молекула сахара – из 12 атомов углерода, 22 водорода и 11 кислорода ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$). Как видишь, «кирпичики» одинаковые, но их можно сложить по-разному – и построить хоть дворец, хоть крепость: вариантов бесконечное множество. Создатель устроил атомы так, чтобы возможностям для строительства не было конца. Поэтому мир вокруг нас так многообразен и прекрасен.



ЭЛЕКТРОЛИЗ ВОДЫ

Молекула воды состоит из двух атомов водорода, связанных с одним атомом кислорода. Связь между атомами очень сильная, но её можно разорвать, если пропустить через воду электрический заряд. Под его воздействием молекула воды расщепляется, и кислород с водородом возвращаются в своё изначальное газообразное состояние. Этот процесс называется *электролиз*.

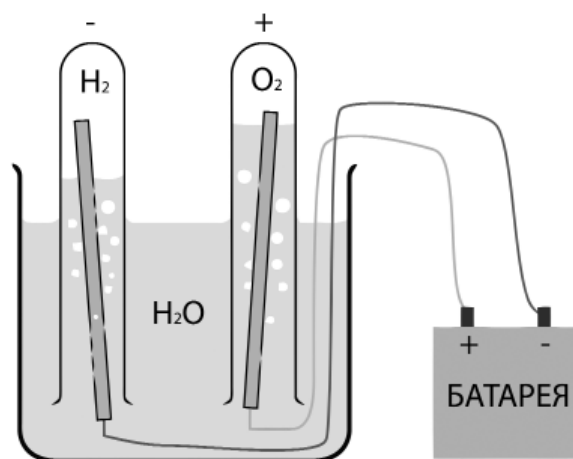
Цель: разложить воду на составные элементы

Необходимые материалы: две небольшие баночки или пробирки, пустой аквариум, медный провод, электрическая батарея или аккумулятор, пищевая сода.

Ход работы

1. Наполни аквариум водой, погрузи пробирки или небольшие баночки в воду так, чтобы они полностью ею наполнились.
2. Отрежь два куска медного провода такой длины, чтобы один конец можно было присоединить к клеммам батареи (которую нужно поставить на стол), а второй опустить в аквариум и завести в пробирки.
3. Сними изоляцию с двух концов каждого провода (2–2,5 см), прикрепи первый провод одним концом к положительной клемме батареи, а второй – к отрицательной клемме.

4. Свободные концы проводов размести в пробирках: один опусти в одну пробирку, второй – в другую.
5. Размести пробирки внутри аквариума отверстием вниз, чтобы они по-прежнему были полностью заполнены водой (как на рисунке).
6. Насыпь чайную ложку соды в воду и помешай, чтобы она растворилась. Сода улучшит прохождение электрического заряда в воде.



Выводы

1. Очень скоро ты увидишь, что около концов каждого провода образуются пузырьки. Пузырьки воздуха будут медленно выталкивать воду из пробирок через щель между их краями и дном аквариума. Через несколько минут станет заметно, что одна пробирка наполняется газом быстрее, чем другая.
2. Ты можешь увидеть, что на конце одного провода образуется голубоватый или зеленоватый налёт. Это новое химическое вещество – продукт реакции кислорода и меди.

Вопросы

- Что находится в каждой из банок?
- Как ты считаешь, в какой из банок находится водород? Почему ты так думаешь?

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что такое химическое соединение?
 - Что такое химическая формула?
 - Отличаются ли свойства соединений от свойств веществ, из которых оно получено?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Химическая формула углекислого газа CO_2 . Какие атомы соединились, чтобы получилась молекула, и в каком количестве?
 - Является ли воздух соединением? Почему?
 - Очень сложный вопрос: почему нужен электрический заряд, чтобы разделить молекулу воды?



МИНЕРАЛЫ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ХИМИИ

Самый распространённый элемент во Вселенной – это *водород*. На его долю приходится около 92 % всех атомов. Именно водород – основная составляющая звёзд, межзвёздного газа и даже планет: учёные считают, что Юпитер и Сатурн по большей части состоят именно из твёрдого водорода.



А вот наша планета сотворена Богом совсем другой – потому что она изначально была предназначена для жизни. Земля – твёрдое тело, построенное, в основном, из пяти элементов: кислорода, кремния, алюминия, железа и кальция. Более 90 % земной коры состоит именно из этой «пятёрки». Но ты уже знаешь, что чистые элементы встречаются очень редко. Как правило, они реагируют друг с другом, образуя химические соединения. Химические и физические соединения, составляющие земную кору, называются **минералы**.

В зависимости от того, из каких элементов состоят минералы, их делят на группы. Самая многочисленная группа – **силикаты**, продукты реакции кремния и кислорода, а также других элементов. Следующая большая группа минералов – **карбонаты**, соединения углерода и кислорода с другими элементами.

Существуют также минералы, которые по химическому составу являются **галогенидами**. Такое название указывает, что это соединения **галогенов** (ищи эти элементы в периодической таблице элементов, в колонке **VIIA**, первый из них – фтор). Соединения, содержащие серу, образуют группу **сульфидов**; в состав **фосфатов** входят фосфор и кислород.

Ты, наверное, уже заметил, что в химический состав многих минералов входит кислород. Этот элемент химически очень активен. Соединения кислорода и других элементов называются **оксиды**. Существует много групп оксидов разного типа; некоторые из них перечислены выше.

В мире не так много минералов, которые не являются соединениями. В чистом виде в земной коре встречаются всего несколько элементов. Такие минералы, которые по своему составу являются несвязанными в химические соединения элементами, называются **самородными элементами**; все они представляют собой *простые вещества*. Это, например, серебро, золото и углерод (в форме алмаза). Самородные элементы очень высоко ценятся, потому что встречаются редко по сравнению с многочисленными соединениями, которыми изобилуют земные недра.



ВОДА

Соединение, несущее жизнь

урок 18

Какими свойствами обладает вода?



Вода покрывает более 70 % земной поверхности. Она жизненно необходима всему живому, что есть на планете. Бог сотворил воду таким образом, чтобы она поддерживала и питала жизнь.

Вода не имеет ни вкуса, ни запаха. Но практически всё, что мы едим или пьём, большей частью состоит из воды – будь то растительная или животная пища. Тело человека содержит от 55 % до 78 % воды, в зависимости от веса и возраста. Вода необходима для всех функций жизнедеятельности. Без неё организмы болеют и погибают. Потеря человеческим организмом более 10 % воды смертельно опасна! В среднем, каждому человеку нужно выпивать или получать с продуктами питания около 3 литров воды в день.

Вода является очень хорошим *растворителем*: она способна растворять больше веществ самой разнообразной природы, чем какая-либо другая жидкость. Ее растворяющему действию подвластны и твёрдые тела, и жидкости, и газы; хотя некоторые из веществ она растворяет очень и очень медленно. Поэтому воду иногда называют (несколько преувеличенно) *универсальным растворителем*. Из-за этого её свойства трудно бывает получить очень чистую воду: в ней всё время есть те или иные примеси. Постоянно соприкасаясь со всевозможными веществами, она фактически всегда представляет собой раствор различного, часто очень сложного состава. Даже из свежес выпавшей дождевой воды можно выделить многочисленные вещества, растворённые в ней (до нескольких десятков миллиграммов на литр). (О том, что представляет собой процесс растворения с научной точки зрения, ты узнаешь на одном из следующих уроков).

Именно из-за этой своей способности вода настолько важна для существования живых организмов. Она переносит питательные вещества ко всем их органам и клеткам. В растениях вода совершает эту работу, входя в состав их соков, а в организмах живых существ она является основной составной частью крови.



Без воды не могло бы протекать и множество других естественных процессов. Например, без неё был бы невозможен *фотосинтез*. В ходе этого процесса растения вырабатывают питательные вещества – сахара – из воды и углекислого газа.

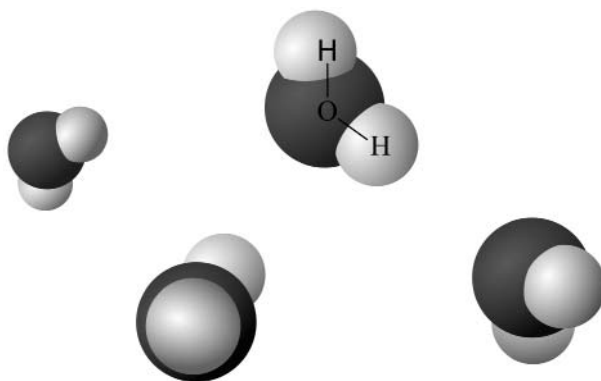
Вода необходима практически для всех процессов, разработанных человеком. Она играет важную роль в производстве бумаги, деталей для электронных приборов и устройств, пищевых продуктов и множества других вещей. Без воды было бы также совершенно невозможно ведение сельского хозяйства. А как без воды стирать, убирать, принимать ванну, готовить еду и ухаживать за садом?

Вода является побочным продуктом многих *химических реакций*. Это можно наблюдать даже в некоторых современных технологиях. Например, в некоторых космических ракетах используют в качестве топлива жидкий кислород и жидкий водород. Их молекулы соединяются и образуют не только горючую смесь, но и гигантские столбы водяного пара, который вырывается из-под корабля в момент старта. Другой пример: сейчас разработан новый тип автомашин, работающих на водородном топливе. Если у старых автомобилей побочным веществом, которое выбрасывается в воздух, был угарный газ, то у этих – вода.

И пусть это не жизненно важно, но вода используется ещё для отдыха и развлечения. Речь идёт о купании в море, о водных видах спорта, о бассейнах и водяных горках. Мощные фонтаны и скромные домашние аквариумы также неизменно радуют наш взгляд.



Более 70 % земного шара покрыто водой



Молекула воды состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Вода может гореть и даже взрываться! Для этого её нужно поместить в атмосферу, состоящую из газа фтора. Причём при горении воды будет выделяться кислород.

Мы используем воду на каждом шагу. Но не надо бояться, что однажды её запасы могут истощиться. Ты уже знаешь о существовании *круговорота воды в природе*. Растения и животные не только используют воду для поддержания жизни, но и сами выделяют влагу, попадающую в атмосферу. А когда живой организм погибает, вода, которая содержится в нём, тоже возвращается во внешнюю среду.

Всякий раз, когда ты смотришь на дождь, любишь морским или речным пейзажем или просто пьёшь воду, старайся поблагодарить Бога за то, что Он создал это дивное вещество, поддерживающее жизнь на Земле.



ВОДА, ВОДА, КРУГОМ ВОДА

Возьми лист бумаги. Записывай всё, что делается у тебя дома в течение дня с применением воды. Рядом с каждой записью отмечай примерный расход воды. Подведи общий результат за день.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Из атомов каких элементов состоит молекула воды?
 - Почему роль воды как растворителя настолько важна?
 - Назови несколько естественных и технологических процессов, для которых необходима вода.

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Что случилось бы с твоим телом, если бы кислород не растворялся в воде?
 - Почему будущим мамам необходимо пить большое количество воды?



КАК ВОДА ВОЗВРАЩАЕТСЯ В КРУГОВОРОТ

Откуда растения получают воду, если они растут не в парке и не на клумбе, то есть там, где их не поливают? Ты можешь сказать, что воду приносит дождь, и будешь прав. Но дождевая вода – не единственный источник влаги для многих растений. Дерево растёт и будет расти, даже если дождей не было несколько месяцев. Откуда оно берёт влагу?

Корни растений уходят глубоко в почву – и там находят воду, которая просачивается из подземных источников и рек.

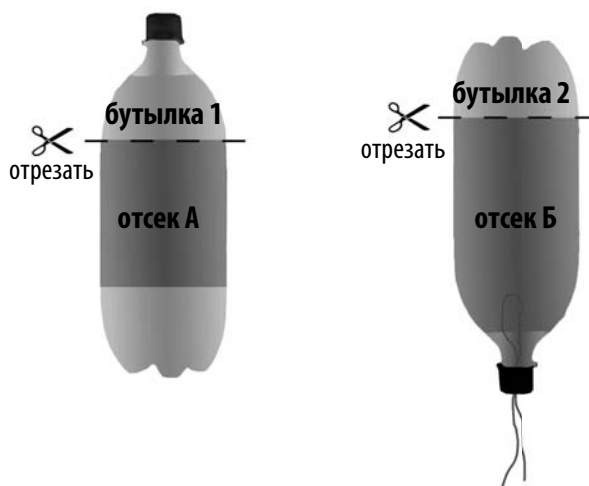
После того, как растение использует эту влагу, забрав растворённые в ней питательные вещества, сколько её уйдёт в атмосферу, а потом опять в землю? От 70 до 90 % воды, которую растение получило через корни, не участвует в фотосинтезе. Этот излишек растения испаряют через листья, и он возвращается в круговорот воды в природе. Оставшаяся часть влаги рано или поздно тоже будет компенсирована в круговороте – после того, как растение погибнет, или иным путём.

Цель: продемонстрировать, что вода в природе может использоваться много раз, возвращаясь в круговорот.

Необходимые материалы: три двухлитровых бутылки из-под минеральной воды или сладкого напитка, бечёвка, ножницы, земля для комнатных растений, семена гороха или фасоли, вода, лёд.

Ход работы

1. Отрежь верхнюю часть у одной бутылки.
2. Налей в 1-ю бутылку 2/3 чашки воды.
3. Отрежь дно у второй бутылки.



4. Проткни отверстие в крышечке 2-й бутылки и пропусти в него кусок бечёвки длиной 35 см. Закрой крышечкой 2-ю бутылку, чтобы петля оказалась внутри неё.
5. Во 2-ю бутылку, в отсек Б, перевернув его вниз крышечкой, насыпь земли для комнатных растений: слой сантиметров 10. Проверь, чтобы петля бечёвки находилась в земле.
6. Непосредственно над слоем почвы прорежь в стенках 2-й бутылки несколько отверстий, расположенных по её окружности. Они понадобятся, чтобы растение могло дышать после того, как ты закроешь верхнее отверстие.
7. Вставь 2-ю бутылку с землёй в отсек А 1-й бутылки, чтобы концы бечёвки оказались в отсеке А, доставая до его дна. Проверь, чтобы бечёвку не зажало между стенками бутылок.
8. Посади в землю во 2-й бутылке несколько фасолин или горошин. Поливай землю до тех пор, пока семена не прорастут. Как только у тебя появится несколько хороших ростков, начинай эксперимент.
9. Налей воду в 1-ю бутылку. Перестань поливать землю.
10. Обрежь дно у третьей бутылки. Оставь крышечку на бутылке. Переверни эту бутылку и помести её сверху второй. Проверь по рисунку, так ли ты это сделал.
11. Налей в самую верхнюю бутылку, в отсек В, 1 чашку воды со льдом.
12. По мере таяния льда добавляй его снова, удаляя из 3-й бутылки излишки воды.
13. Наблюдай, что происходит с водой в каждом из отсеков твоей системы.

Вывод

Вода из нижней бутылки поднимается во 2-ю бутылку так же, как вода из подземных источников по корням поступает внутрь растения. Зачем нужна 3-я бутылка, ведь вода из неё не поступает во 2-ю? Эта вода лишь охлаждает воздух во 2-й бутылке. Водяной пар (вспомни: это бесцветный прозрачный газ, поэтому его нельзя увидеть) конденсируется на стенках этого отсека, подобно дождю в верхних холодных слоях атмосферы, и каплями падает вниз, оседая на почве – так что растения могут опять использовать эту воду.

Оставь получившееся сооружение на солнце, и понаблюдай, как вода циркулирует в построенной тобой системе. Растения используют воду для роста, испаряют избыток воды, который попадает в воздух, а потом конденсируется и возвращается в почву.



СМЕСИ

Всё смешалось...

урок 19



СЛОВАРЬ:

- компонент
- фильтрация
- сплав
- гомогенная (однородная) смесь
- гетерогенная (разнородная) смесь

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- нерастворимые компоненты
- осаждение
- дистилляция (перегонка)
- дистиллированная вода
- хроматография
- центрифугирование



Что такое смесь и как она получается?

Элементы и соединения – это *чистые вещества*. И те, и другие состоят из одного типа молекул. Но в мире чистые материалы встречаются не так часто (а если быть совсем точными – то практически никогда не встречаются; можно говорить только об очень высокой степени чистоты образца). Обычно несколько элементов или соединений механически соединяются друг с другом в достаточно произвольном порядке. В результате получается *смесь*.

Все смеси обладают следующими особенностями.

1. Смесь состоит из двух или более чистых веществ (составных частей смеси – её **компонентов**).
2. Вещества в смеси присутствуют в произвольном соотношении. Ты помнишь, что в любом *химическом соединении* соотношение атомов каждого элемента строго фиксировано. Например, в молекуле углекислого газа всегда 2 атома кислорода и 1 атом углерода. Всегда. Но в смеси соотношение компонентов может быть каким угодно. В солёной воде на 1 часть соли может приходиться 10 частей воды, а можно 10 частей соли смешать с 1 частью воды. Это всё равно будет солёная вода.
3. Исходное вещество в смеси не изменяется, сохраняя свои первоначальные *химические* свойства. При смешивании не возникает никакое новое вещество. Тем не менее, исходные вещества нередко становятся неузнаваемыми, потому что смесь может обладать другими *физическими* свойствами (например, плотностью, температурой кипения, цветом) по сравнению с каждым исходным веществом. Эти качества смеси зависят от соотношения её компонентов.
4. Если смесь нужно разделить на чистые исходные вещества, используют разницу в физических свойствах исходных веществ. Применяют физические средства, а именно: фильтрацию, кипячение, сортировку и другие нехимические методы.

Фильтрация – это способ разделения жидких или газовых смесей, компоненты которых не растворяются друг в друге. Такие смеси пропускают через фильтры – специальные перегородки с порами (крошечными отверстиями). Жидкость или газ через фильтр проходит, а твёрдые частицы он задерживает. От устройства фильтра и от размера пор зависит, полностью или частично удастся разделить смесь. А вот растворы фильтрацией разделить невозможно, для этого используются другие методы.

Одна из наиболее распространённых на Земле смесей – это морская вода. В ней смешаны обычная вода и большое число различных солей. У каждого из этих веществ есть свои физические свойства: точка кипения, плотность, жёсткость и так далее. Каждое отдельное вещество можно выделить из воды – например, нагрев её, чтобы она испарилась. Но если добавить соли в морскую воду, она всё равно останется морской водой. И если *отфильтровать* её, удалив примешанные к ней частицы песка, растений и микроскопические живые организмы, она по-прежнему будет морской водой.

Другие всем известные смеси – воздух (смесь газов), молоко (смесь жидкостей и твёрдых веществ), нержавеющая сталь. Нержавеющая сталь – это **сплав**, то есть смесь твёрдых металлов (они смешались, когда находились в жидком, расплавленном состоянии); а если говорить об элементах, в её состав входят железо, хром, углерод и небольшие количества некоторых других.

Смеси делятся на две группы, в зависимости от того, как в них распределены компоненты.

Если вещества распределены в материале настолько равномерно, что друг с другом перемешаны их молекулы, – это **гомогенная (однородная) смесь**. Воздух и морская вода – это гомогенные смеси.

Смесь, в которой вещества распределены неравномерно, полностью не смешаны, – **гетерогенная (неоднородная) смесь**. Типичная гетерогенная смесь – гранит. Эта горная порода представляет собой комбинацию трёх минералов: кварца, полевого шпата и слюды. Они могут содержаться в граните в любых пропорциях (иногда встречаются довольно крупные включения одного из них в чистом виде). Один кусок гранита может в основном состоять из полевого шпата; другой будет представлять собой большой кристалл кварца, окружённый пластинками слюды.

И хотя чистые вещества (элементы – такие как кислород, и соединения – такие как вода) жизненно нам необходимы, всё же чаще всего мы встречаем их в природе смешанными с какими-нибудь другими компонентами.



ФИЛЬТРАЦИЯ СМЕСИ

Цель: убедиться, что смесь отличается от соединения.

Необходимые материалы: воронка, фильтр для кофе, чашка, свежий апельсиновый сок.

Ход работы

1. Положи фильтр в воронку.
2. Размести воронку над чашкой или бутылкой, чтобы туда стекала жидкость из воронки.
3. Встряхни ёмкость с апельсиновым соком, а потом налей немного сока в воронку. Не выливай весь сок.

4. Наблюдай, как жидкая часть проходит через фильтр, а апельсиновая мякоть остаётся на фильтре. Процесс может затянуться на несколько часов, в зависимости от того, какой фильтр ты используешь. Не выжимай фильтр.
4. После того, как весь налитый в воронку сок пройдёт через фильтр, сравни полученную жидкость с соком, который у тебя остался. Жидкость должна быть намного прозрачнее. Некоторая часть мякоти апельсина достаточно мелкая, чтобы пройти сквозь фильтр, но основная её часть останется на фильтре.

Выводы

Апельсиновый сок – это смесь апельсиновой мякоти и воды. Вода останется водой вне зависимости от того, какое количество мякоти апельсина ты к ней добавишь. Значит, апельсиновый сок – это не химическое соединение, а смесь веществ.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Назови два основных различия между соединениями и смесями.
 - Что такое гомогенная смесь?
 - Что такое гетерогенная смесь?
 - Назови наиболее известные смеси.

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Мягкий металл соединили с газом – и получили твёрдый кристаллический материал, все свойства которого не похожи на свойства обоих исходных веществ. Что получилось в результате – смесь или соединение? Как ты думаешь, о каком получившемся веществе идёт речь?
 - Допустим, у тебя есть морская вода, которую зачерпнули на берегу пляжа. Как получить соль, отделив её от песка и воды?



РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСИ НА КОМПОНЕНТЫ

Поскольку компоненты смеси не вступают друг с другом в химические реакции, их можно снова разделить, используя физические методы. Выше описан один из таких методов – *фильтрация*. Его используют для извлечения из смеси **нерастворимых компонентов** – таких, которые распадаются в жидкости или газе не на отдельные молекулы, а остаются в виде относительно крупных частиц. Фильтрация является частью множества производственных процессов в самых разных областях. Особенно важен процесс фильтрации для очистки воды. Мелкие песчинки, ил и другие твёрдые включения удаляют из питьевой воды с помощью сит и фильтров.

Удалить из смеси нерастворимые частицы можно и другим способом. Что случится с бутылкой апельсинового сока, если оставить её на несколько дней стоять на столе, не трогая? Мякоть, взвешенная в смеси, осядет на дно. Данный метод так и называется – **осаждение**. К нему прибегают, если не требуется удалить абсолютно всю твёрдую часть смеси. Когда ты будешь сливать очищенную жидкость, небольшая часть осадка всё-таки обязательно попадёт в неё снова. Но если нужно удалить основную часть твёрдой фракции, осаждение – самый простой способ. Затем для удаления более мелких частиц может потребоваться фильтрация.



Для разделения *растворов* используются другие методы. Один из них – **выпаривание**. Когда на 10-м уроке ты ставил опыт, отделяя воду от соли, которую сам в ней растворил, то использовал именно этот метод. Как правило, при выпаривании жидкость (чаще всего воду) нагревают в сосуде, пока она не испарится. При этом на дне и стенках сосуда остаются вещества, которые были в ней растворены.

Дистилляция (перегонка) тесно связана с выпариванием. Она используется в тех случаях, когда нас интересует получение жидкого компонента раствора (на который при выпаривании мы не обращали внимания). Например, если ты хочешь получить образец совершенно чистой воды, тебе нужно нагреть до кипения ту воду (с примесями), которая у тебя имеется. Образовавшийся водяной пар необходимо собрать и дать ему осесть (*конденсироваться*) внутри другой ёмкости (с холодными стенками, для более быстрой конденсации). Испаряясь, вода очищается от всего, что было в ней растворено; и конденсируется она уже чистой.

Такую воду, очищенную перегонкой и практически не содержащую примесей и посторонних включений, называют **дистиллированной водой**. Прибор для проведения дистилляции в лабораторных условиях изображён на рисунке.



Хроматография – ещё один способ разделения смеси. В частности, с его помощью можно определить, какие вещества в данной смеси содержатся. Для этого смесью нужно капнуть на лист бумаги. По мере того, как жидкость будет пропитывать бумагу, разные компоненты будут двигаться с разной скоростью – и каждое вещество оставит на листе свой след, разойдясь от капли на разные расстояния.

Чтобы осуществить следующий способ разделения смеси, необходима *центрифуга* – устройство с очень быстро вращающейся камерой. Если в эту камеру поместить смесь различных твёрдых частиц, или твёрдых частиц и жидкости, и запустить её вращение, на каждый из компонентов смеси будет действовать *центробежная сила*. Интенсивность её воздействия будет зависеть от плотности каждого компонента. Частицы с наибольшей плотностью будут отброшены дальше, а компонент с невысокой плотностью соберётся около центра вращения. Например, твёрдые компоненты смеси соберутся на стенках центрифуги, и очищенную от них жидкость можно будет слить. Процесс **центрифугирования** используют, в частности, для разделения донорской крови на плазму и клетки.

И это далеко не все способы! На практике возникают самые разнообразные условия, требующие новых приёмов. Если тебе нужно разделить смесь, сразу подумай о физических свойствах каждой её части. Чем они отличаются? Каким способом можно «достать» одну часть из смеси? Например, мелкие металлические детали шлифуют, перемешав их с песком и подвергая полученную смесь вибрации. Как потом разделить песок и детали? Очень просто: с помощью магнита, ведь магнит притягивает только металлы.

Ниже приведён список смесей. Подумай, каким способом ты бы воспользовался, если бы тебе пришлось разделять их на компоненты.

- Сливки и молоко
- Вода и грязь
- Смесь пищевых красителей
- Вода и лимонный сок

ВОЗДУХ

Чем мы дышим

урок 20



СЛОВАРЬ:

- искусственный воздух

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- дробная (фракционная) перегонка
- фракция
- ректификация



Из чего состоит воздух?

И элементы, и соединения, и смеси – все вещества важны для жизни на Земле. Самый важный элемент, поддерживающий жизнь, – это, конечно же, кислород. Он входит в состав и важнейшего из соединений – воды, и в состав важнейшей смеси – воздуха.

Сравнивая вещества, которые преобладают во Вселенной, с теми, которые чаще встречаются на нашей планете, не перестаёшь удивляться, насколько она уникальна. К примеру, воздух, которым мы дышим здесь, не встречается больше нигде в Солнечной системе. На многих планетах атмосферы нет вообще. На других она состоит из ядовитых газов. И только на Земле атмосфера пригодна для жизни.

В 1754 году шотландский химик и физик Джозеф Блэк экспериментально доказал, что воздух представляет собой смесь газов, а не однородное вещество. Впоследствии учёные установили, что в среднем в состав воздуха входят следующие газы: *азот* (78,1% всего объёма), *кислород* (20,9%), *аргон* (0,9%), *углекислый газ*

(0,03%), а также незначительные примеси *неона*, *метана*, *гелия*, *криптона*, *водорода* и *ксенона*. Но так как мы имеем дело со смесью, соотношение её компонентов может меняться. В крупных городах содержание углекислого газа будет выше, чем в лесах; с высотой количество кислорода в воздухе понижается (поскольку он тяжелее азота и скапливается в нижних слоях атмосферы). В различных частях земли – и даже в одном и том же месте, если сравнивать день и ночь – состав воздуха может колебаться в пределах 1–3% для каждого газа.

Воздух также всегда содержит водяной пар. В нём присутствуют и твёрдые частицы – например, пыльца растений, а также вредные соединения, которые загрязняют окружающую среду: угарный газ, диоксид серы, частицы сажи и другие продукты жизнедеятельности человека.

Больше всего в воздухе азота. Но роль этого газа не в том, что он делает, а, скорее, наоборот: в его стабильности. Азот очень трудно вступает в химические реакции, плохо образует соединения. В составе воздуха он действует как балласт, как тормоз, разбавляя активный, даже чересчур активный, кислород. Сам же азот не оказывает на живые существа никакого действия. С каждым вдохом мы впускаем его внутрь



своего организма в большом количестве. И что? Абсолютно ничего: из-за своей стабильности азот никак не влияет на наш организм. Как вдыхаем его, так и выдыхаем.

Кислород – самая важная часть воздуха, потому что он необходим для большинства процессов, которые происходят в организмах живых существ и в растениях. Без кислорода мы не смогли бы снабжать организм энергией и погибли бы в считанные минуты или даже секунды.

Тем не менее, если бы кислорода в воздухе было больше, чем сейчас, это представляло бы крайнюю опасность. Дышать чистым кислородом так же небезопасно, как и воздушной смесью, в которой кислорода мало. Жизнь не смогла бы существовать на планете со стопроцентной кислородной атмосферой. Такая планета очень быстро выгорела бы. Ведь именно кислород поддерживает возгорание и горение; чем больше вокруг кислорода, тем сильнее пылает огонь. Поэтому в кузнице и на заводах к огню специально подают мехами всё новые и новые порции воздуха, чтобы приток свежего кислорода способствовал горению.

Так что Господь создал атмосферу, смешав именно те газы и в таких пропорциях, в которых они необходимы для существования жизни. Воздух нашей планеты сотворён, чтобы жизнь на ней процветала.

В некоторых обстоятельствах люди стараются использовать **искусственный воздух** – специально созданные смеси газов, пригодные для дыхания. Их состав зависит от условий, для которых они создаются. Например, в медицине при заболеваниях, сопровождающихся кислородной недостаточностью, используется газовый состав 40–60 % кислорода в смеси с обычным воздухом, или даже 95 % кислорода и 5 % углекислого газа. Похожие газовые смеси применяются в высотной авиации и при восхождении на вершины высоких гор. Задача создания искусственного воздуха встаёт также перед конструкторами космических кораблей.

Особое значение имеет искусственный воздух в водолазном деле. В условиях давления, существенно превышающего нормальное (а чем глубже ныряют водолазы – тем сильнее давление, которое они испытывают), обычный воздух становится опасным. Он начинает оказывать опьяняющее действие; кроме того, азот при высоком давлении начинает растворяться в крови, а при быстром всплытии снова выделяется в виде газа и разрушает кровеносные сосуды. Этот процесс называется *кессонная болезнь*. Она может привести даже к гибели водолаза. Поэтому для работ на больших глубинах используются газовые смеси, не содержащие азота; они состоят, главным образом, из гелия (до 96 %) и кислорода (4–2 %).

К сожалению, рост промышленности и другой хозяйственной деятельности человека увеличивает загрязнение воздуха: в его составе становится больше углекислого газа и других вредных примесей. Автомобильные выхлопные, промышленные газы, твёрдые частицы (пыль, сажа) с каждым годом ухудшают состояние атмосферы, особенно в больших городах. Это приводит к ухудшению условий жизни человека, животных и растений. Поэтому почти все государства сейчас прилагают усилия, чтобы сберечь воздух как можно более чистым. Нам необходимо бережно хранить то, что даровано Богом, без чего само наше существование будет невозможным.



ЗНАЧЕНИЕ КИСЛОРОДА

Цель: продемонстрировать роль кислорода в процессе горения.

Необходимые материалы: маленькая свечка, блюдце, банка, пищевая сода, уксус, бутылка.

Ход работы

1. Зажги маленькую свечку и поставь её на блюдце. Она горит потому, что использует для этого кислород, который есть в воздухе.

2. Накрой свечку банкой так, чтобы между стенками банки и блюдцем не осталось щели. Что случится через несколько секунд? Свечка потухнет, потому что израсходуется весь кислород, оставшийся под банкой. Без новой порции воздуха кислороду взяться неоткуда, а без него горение невозможно.
3. Сними банку и зажги свечку ещё раз.
4. Смешай в бутылке немного пищевой соды и уксуса.
5. Подержи горящую свечку возле горлышка бутылки. Что происходит? Пламя опять погасло. Почему? Один из продуктов химической реакции между содой и уксусом – углекислый газ. Он тяжелее, чем кислород, и поэтому не даёт молекулам кислорода достигнуть огня. Без кислорода горение невозможно, и свеча вновь гаснет.

Выводы

Как видишь, кислород необходим для процесса горения. Преобразование химических веществ в энергию у тебя в организме – процесс, сходный с процессом горения. Твоё тело нуждается в кислороде так же, как свечка. Ты получаешь его из воздуха при дыхании.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Какой элемент самый важный на Земле? Почему?
 - Какое соединение самое важное на Земле?
 - Какая смесь самая важная на Земле?
 - Из чего состоит воздух?
 - Почему так важно, чтобы воздух был чистым?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Как состав воздуха отражает заботу Бога о жизни?
 - Как можно уберечь водолаза от кессонной болезни, если он пользовался при погружении обычным воздухом?



ДРОБНАЯ ПЕРЕГОНКА

Ты знаешь, что воздух – это смесь нескольких газов. А как могут учёные разделить эти газы, чтобы понять, из чего именно состоит воздух?

Существует особый способ дистилляции, который называется **фракционная**, или **дробная перегонка**.

Вначале взятая проба воздуха охлаждается и сжимается до тех пор, пока все газы в смеси не превратятся в жидкости. Это происходит при очень низких температурах. Затем жидкая смесь медленно нагревается. У каждого элемента и у каждого соединения – своя точка кипения. Как только какой-то компонент закипает, пар собирают в отдельную ёмкость и отставляют в сторону. Так происходит поочерёдная дистилляция различных компонентов воздуха. В результате у нас получится некоторое число сосудов или контейнеров, в каждом из которых хранится отдельный компонент смеси, или её **фракция** (что означает «часть»). Теперь фракции можно исследовать, измерять и сравнивать. Отсюда произошло и название этого процесса. «Дробная» – потому что по частям, «фракционная» – потому что «фракция» это и есть часть.

Дробная перегонка используется не только для исследований воздуха. Её применяют для разделения многих смесей. Например, нам нужно разделить смесь воды и этанола.

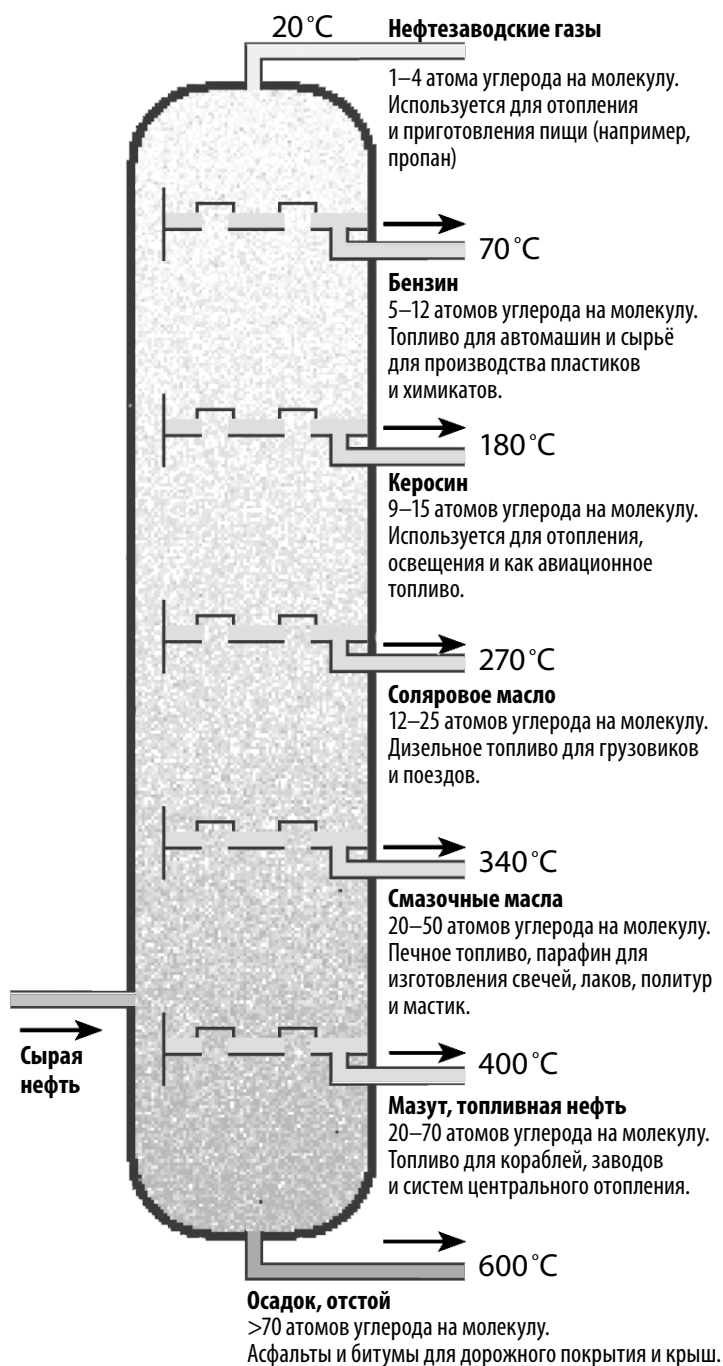


Этанол кипит при $78,5^{\circ}\text{C}$, а вода при 100°C . Поэтому их смесь нагревают до $78,5^{\circ}\text{C}$ и ждут, пока не выкипит весь этанол. При этом его собирают в отдельную ёмкость и там охлаждают (так, как это обычно делается при дистилляции – посмотри на рисунок из прошлого урока). В сосуде, где была смесь, остаётся вода. Если нужно очистить эту воду от примесей, которые в ней остались, она нагревается до 100 градусов. Водяной пар также собирают и охлаждают в отдельном контейнере. Задача решена.

Очень широко дробную перегонку используют при переработке сырой нефти. Содержащиеся в ней вещества дистиллируются (сначала испаряются, затем осаживаются) при разных температурах. Переработка нефти – процесс гораздо более сложный и многоступенчатый по сравнению с разделением воды и этанола.

Сырая нефть, полученная из скважины, сначала нагревается до 340°C . Затем газы отводят по трубам в специальную башню, которая называется *колонна*. Пока газы поднимаются к вершине колонны, они охлаждаются и конденсируются на специальных контактных пластинах – *тарелках*. Более тяжёлые молекулы оседают в первую очередь и собираются в самом низу колонны. Более лёгкие молекулы поднимаются выше, они конденсируются на верхних уровнях колонны. Частично этот конденсат стекает вниз и снова участвует в перегонке. Поднимающиеся вверх газы, встречаясь с текущей вниз жидкостью, также обмениваются с ней составными частями: более лёгкие части жидкости вновь испаряются и увлекаются газами вверх, а более тяжёлые части газов конденсируются уже в процессе подъема и присоединяются к стекающей жидкости. Постоянное распределение разных компонентов по разным уровням даёт возможность не останавливать процесс. Сырую нефть постоянно подают в дистиллятор, а полученные фракции постоянно отводят из колонны. Процесс идёт бесперебойно и достаточно быстро.

Такая многократная фракционная перегонка, осуществляемая за счет противотока паров и жидкости, называется **ректификация**. На схеме обозначено распределение и назначение различных фракций нефти, которые получают в процессе ректификации.



МОЛОКО И СЛИВКИ

Пейте, дети, молоко –
будете здоровы!

урок 21

Как обрабатывают молочные продукты?



СЛОВАРЬ:

- пастеризация
- гомогенизация
- сепарация
- устойчивость пены

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- ферменты
- реннин
- молочная сыворотка



Какую смесь можно найти в холодильниках у людей разных стран? Она питательна и полезна и для детей, и для взрослых. И ещё она вкусная. Это молоко: питательная жидкость, вырабатываемая специальными органами самок млекопитающих животных.

Естественное назначение молока – вскармливание детёнышей, которые ещё не способны переваривать другую пищу. Кроме того, оно широко используется человеком как полезный и вкусный продукт питания. Из него также изготавливают и другие продукты: сливки, сметану, творог, йогурт, сыр...

В одних странах чаще пьют козье молоко, в других – верблюжье. Нам более привычно то, которое дают коровы. Коровье молоко – это смесь, состоящая приблизительно из 87% воды, 5% лактозы (молочного сахара), 4% жира, 3% белка и 1% микроэлементов. Именно в белках, витаминах и крошечных, но очень важных добавках микроэлементов заключается вся та польза, которое молоко приносит нашему здоровью.

На протяжении многих столетий люди не имели возможности хранить молоко так долго, как им хотелось бы. После того, как корову подоили, приходилось использовать молоко достаточно быстро. Иначе оно скисало, сворачивалось – портилось. Но с тех пор, как французский учёный-микробиолог Луи Пастер открыл, что скисание молока вызывается бактериями, а также после того, как изобрели холодильник, всё изменилось. В наши дни молоко можно хранить несколько дней. Дело в том, что его не сразу отправляют в магазины после надоя, а сначала обрабатывают особым образом – одним или несколькими способами.

Чаще всего молоко проходит **пастеризацию**. Этот процесс получил название в честь Луи Пастера и его открытия. Молоко нагревают до 63 °С в течение 30 минут, или до 72 °С в течение 15 минут: это убивает бактерии. Затем молоко охлаждают и хранят при температуре не выше 7 °С.



Если молоко предназначено для питья, то прежде чем его расфасуют в пакеты, оно проходит ещё одну обработку – **гомогенизацию**. Содержащиеся в нём сгустки жира разбиваются на более мелкие частички, которые потом остаются во взвешенном состоянии во всём объёме молока, а не собираются сверху ёмкости. Достигается это путём перемешивания при очень быстром вращении или в результате прокачивания молока под большим давлением сквозь небольшое отверстие. (Хотя по-настоящему гомогенным – однородным – веществом, в химическом значении этого слова, молоко всё же не становится).

Часть молока не гомогенизируют. Если не разбивать частицы жира, они поднимаются и собираются на молоке сверху. Эта жирная часть молока называется *сливки*. Сегодня не нужно ждать, пока сливки сами соберутся на молоке: создана специальная технология, которая ускоряет этот процесс. Она называется **сепарация**. Молоко быстро вращают в специальном аппарате. При этом сливки отделяются от остальной части молока. Их используют для изготовления масла, сыра, мороженого и взбитых сливок. А молоко, из которого извлекли сливки, продаётся как *снятое молоко* (обезжиренное).

Масло – один из продуктов, которые делают из сливок. Для его изготовления сливки сбивают, то есть энергично и долго перемешивают. При этом частицы жира слипаются в комочки: сначала они маленькие, а потом увеличиваются – словно снежный ком, к которому прилипает всё больше и больше снега. Сбитое масло слегка отжимают, иногда добавляют соль, иногда – красители. Потом из него формируют брусочки, упаковывают их и продают. После сбивания масла остаётся жид-

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Существует технология, по которой молоко пастеризуют при температуре 135–150 °C в течение 2 секунд, и сразу же охлаждают до 4–5 °C. При этом все бактерии погибают. Поэтому после такой обработки молоко может храниться при комнатной температуре 6 недель и дольше. Правда, после того, как пакет с ним откроют, его уже нужно держать в холодильнике. Такая технология называется *ультрапастеризация*.



Сливки, кефир, сметана, сыр, творог – всё это молочные продукты

кость, которая называется *пахта*. Её часто используют для выпечки; из замешанного с нею теста получаются вкусные блинчики.

Есть ещё один продукт, который готовят из молока и который любят почти все – это взбитые сливки. По своему состоянию они представляют собой *пену* – жидкость, насыщенную пузырьками воздуха (или других газов). Тебе приходилось видеть морскую пену? Волны набегают на берег, воздух попадает в воду и перемешивается с ней, его пузырьки оказываются пойманными между тончайшими водными плёнками.

То же происходит со сливками, когда их взбивают. Воздух попадает между частичками жира, они «ловят» его, и он не может освободиться. Постепенно в жидкости оказывается всё больше и больше пойманных пузырьков воздуха, и сливки поднимаются всё выше, становятся воздушными и нежными. Обычно для улучшения вкуса во взбитые сливки добавляют сахар и ваниль. Мечта всех сладкоежек!

Способность жидкости то или иное время оставаться во вспененном виде, то есть продолжительность существования в ней пузырьков газа, называется **устойчивостью пены**.

И ещё один молочный продукт, который любят все: мороженое. Это смесь молока или сливок, сахара, масла и разных вкусовых добавок, которая сначала взбивается, а потом замораживается.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Мыши любят сыр только в мультфильмах. На самом деле грызунам не нравятся продукты с сильным запахом. Они предпочитают зерно и фрукты.



НАШИ СЛИВКИ – САМЫЕ ВЗБИТЫЕ!

Цель: проверить, у каких сливок выше устойчивость пены.

Необходимые материалы: густые сливки, ёмкость для взбивания, электрический миксер, сахар, ваниль, столовая ложка, тарелка, готовые взбитые сливки в баллончике.

Ход работы

1. Сначала сам взбей сливки. Налей 1 чашку густых сливок для взбивания в удобную ёмкость и взбивай электрическим миксером на больших оборотах до тех пор, пока не образуется густая пена, которая будет держать форму и не опадать.
2. Осторожно вмешай в сливки 1 чайную ложку сахара и немного ванили.
3. Положи столовую ложку приготовленных взбитых сливок на тарелку.
4. Рядом со своими сливками выпусти на тарелку из баллончика примерно такую же порцию готовых взбитых сливок. (Когда будешь покупать их, проверь, чтобы они были настоящими, приготовленными только из молока. Дело в том что иногда к коровьему молоку при изготовлении взбитых сливок или сгущённого молока добавляют другие компоненты: растительное масло или соевое молоко. По вкусу разница бывает почти незаметна. На этикетке всегда указан точный состав продукта).
5. Поставь тарелку в холодильник на 1–2 часа.
6. Вытащи тарелку и проверь, какой образец больше похож на взбитые сливки: твой или магазинный.

Вывод

Через какое-то время сливки потеряют свою способность удерживать пузырьки воздуха. По мере освобождения воздуха из жидкости они будут оседать. Какие взбитые сливки продержатся дольше? Какие ты выберешь для украшения своего праздничного десерта: свои или магазинные?



ДЕЛАЕМ МАСЛО СВОИМИ РУКАМИ

Пока ты ждёшь, осядут ли твои взбитые сливки, можешь заодно сбить масло.

Цель: сделать масло.

Необходимые материалы: 1 чашка густых сливок, банка с крышкой, вторая банка или глубокая тарелка.

Ход работы

1. Налей одну чашку густых сливок в банку и плотно закрой крышку.
2. Энергично встряхивай банку, пока не устанешь. После этого попроси кого-



• УРОК 21 • МОЛОКО И СЛИВКИ •

Когда сыр готовится, молочнокислые бактерии в нём вырабатывают газ. Впоследствии он выходит из сырной массы, а небольшие ниши от пузырьков остаются. Вот откуда в сыре дырочки! Специалисты называют их «глазками». В одних сортах сыра их много, в других совсем нет: это зависит от рецепта приготовления.

В отличие от любого другого блюда, резкий (а иногда и довольно неприятный) запах сыра зачастую подтверждает его высокое качество. Чем сильнее сыр пахнет, тем более нежным и тонким вкусом он обладает.

Существуют сотни сортов сыра. Их изготавливают из молока коров, коз, овец и даже из смеси различных видов молока. Для одних сортов сыра берут непастеризованное, для других – пастеризованное молоко. Сыры также различаются в зависимости от использованных ферментов, от длительности створаживания и хранения, от добавок и от многих других условий.

Реннин придаёт сыру твёрдость, делая его структуру более жёсткой. Твёрдые и полутвёрдые сыры обрабатывают термически – варят, а потом прессуют. Затем их хранят на специальных полках долгое время, пока сыр не «созреет», то есть не достигнет нужной степени готовности и определённых вкусовых качеств.

Некоторые сорта сыра и своим внешним видом, и кисловатым вкусом больше похожи на творог: они мягкие и несолёные. Таков, например, адыгейский сыр. У свежих сыров нет корочки. Они слабо отжимаются и не созревают, или созревают совсем недолго. Поэтому они самые мягкие и влажные из всех сортов сыра. Чем такой сыр свежее, тем он вкуснее.

Часть мягких сыров созревает и хранится в рассоле: это, например, брынза, сулугуни, фета, моццарелла. (Причём настоящая итальянская моццарелла готовится не из коровьего молока, а из молока буйволиц).

Отдельные сыры после приготовления коптят. Это делается не только для того, чтобы придать им стойкость к порче при хранении, но и для придания им особого вкуса и аромата. Ты наверняка пробовал колбасный сыр, копчёный сулугуни или другие копчёные сорта.

Существуют сыры с плесенью. Не пугайся: это не та плесень, которая тебе иногда встречалась, а особые виды так называемой «благородной голубой плесени». Она не вредна для нашего организма, а наоборот – полезна. Сыр может быть покрыт плесневой корочкой (таковы сорта бри, камамбер) или пронизан сине-зелёными волокнами (рокфор, дор блю).

Бывают и совсем экзотические сорта сыра. К примеру, на поверхность французского мимолета поселяют маленького клещика. Он прогрызает в корке микроскопические дырочки, через которые сыр «дышит». Это необходимо для его созревания. А на итальянском острове Сардиния готовят «червивый сыр», в котором живут личинки сырной мухи. Местные жители считают его деликатесом.

В России до начала XVIII века сыр производился «естественным, сырым» способом, то есть без тепловой обработки. Поэтому он и получил такое название: «сыр».

Люди любили и ели сыр ещё с библейских времён. Его питательность так же высока, как и у молока; но из-за того, что он прошёл определённую обработку и химические изменения, сыр гораздо медленнее портится и лучше хранится, а также лучше усваивается организмом. Некоторые сорта сыра могут сохраняться свежими в течение месяцев – особенно если их держать в холодильнике. Это намного удобнее, чем скоропортящееся молоко.



Сыроварение в Швейцарии





Фондю, чизкейк, чизбургер, пицца – в этих блюдах разных народов сыр используется как основной компонент

Сыр способен придать насыщенность практически любому блюду. И это не только рыба, мясо, рыба или морепродукты. Попробуй приготовить бутерброд: намажь хлеб вареньем и положи сверху ломтик сыра. Вкус получится необычный, но, возможно, ты высоко его оценишь.

Давай попробуем приготовить немного мягкого сыра в домашних условиях.

Цель: увидеть, как молоко створаживается и разделяется на сыворотку и творог.

Необходимые материалы: цельное молоко, кастрюля, плита, уксус, дуршлаг.

Ход работы

1. Нагрей 1 чашку молока на медленном огне, не доводя его до кипения.
2. Сними кастрюлю с плиты и добавь в молоко 1 чайную ложку уксуса. Ты увидишь, что молоко начнёт сворачиваться прямо у тебя на глазах.
3. Возьми дуршлаг и вылей туда содержимое кастрюли. Сыворотка сольётся, а створоженные кусочки останутся в дуршлаге.

Вывод

Это был максимально упрощённый процесс, в результате которого получилась субстанция, похожая на творог. Кислота, которая содержится в уксусе, привела к тому, что молоко свернулось. В результате образовались сыворотка и творог. В некоторых рецептах для изготовления мягкого сыра используют уксус, в некоторых – лимонный сок, но большинство сыров готовят при помощи бактерий, производящих особую кислоту.

часть **5** **СМЕСИ**

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Разница между растворами и взвесями
- Самый известный растворитель
- Связь между растворимостью и концентрацией

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 22. РАСТВОРЫ	108
урок 23. ВЗВЕСИ	111
урок 24. РАСТВОРИМОСТЬ.....	115
урок 25. СЛАДКИЕ ГАЗИРОВАННЫЕ НАПИТКИ.....	118
урок 26. КОНЦЕНТРАЦИЯ	123
урок 27. МОРСКАЯ ВОДА	127
урок 28. ОЧИСТКА ВОДЫ.....	133

урок 22

РАСТВОРЫ Однородные смеси



СЛОВАРЬ:

- **раствор**
- **растворённое вещество**
- **растворитель**
- **растворимость**
- **насыщенный раствор**



Что такое раствор и как он получается?

На прошлых уроках ты не раз встречал слова «растворяться», «растворы». Настало время поговорить о них подробнее.

Тебе известно, что все вещества в мире можно разделить на три категории: элементы, соединения и смеси. Смеси тоже можно разделить на две группы: это растворы и взвеси.

С химической точки зрения **раствор** – это гомогенная (однородная) смесь, состоящая из молекул растворённого вещества, растворителя и продуктов их взаимодействия. Типичный пример раствора – морская вода.

Давай рассмотрим, из чего состоит раствор. Вещество, которое растворено, так и называется: **растворённое вещество**.

То вещество, в котором растворяют, называется **растворитель**. Если брать морскую воду, то соли – это растворённые вещества, а вода – растворитель. (В случае двух жидкостей растворителем считается то вещество, которого больше).

Растворённое вещество равномерно распределяется в растворителе, не выпадая в осадок. Если же со временем первое вещество оседает на дне ёмкости, это не раствор, а **взвесь**. О взвесьях мы поговорим на следующем уроке.

Когда два вещества, которые образуют будущий раствор, смешиваются друг с другом, молекулы растворителя начинают отделять друг от друга молекулы растворяемого вещества, растаскивают их в разные стороны. Рассмотрим это на примере растворения поваренной соли в воде.

Мы уже говорили (на 18-м уроке), что вода является превосходным растворителем. Причина того, почему она так хорошо всё растворяет – в устройстве её молекулы. Химическая её формула H_2O – то есть, молекула состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Она несимметричная: атом кислорода расположен с одной её стороны, а два атома водорода (под углом примерно 105° друг к другу) – с другой. Из-за такого строения одна сторона молекулы воды (где расположены атомы водорода) имеет небольшой положительный электрический заряд, а другая сторона (с атомом кислорода) – отрицательный заряд. Именно силы электромагнитного притяжения позволяют молекуле воды притягивать к себе молекулы других веществ и удерживать их, не позволяя им снова соединиться друг с другом.

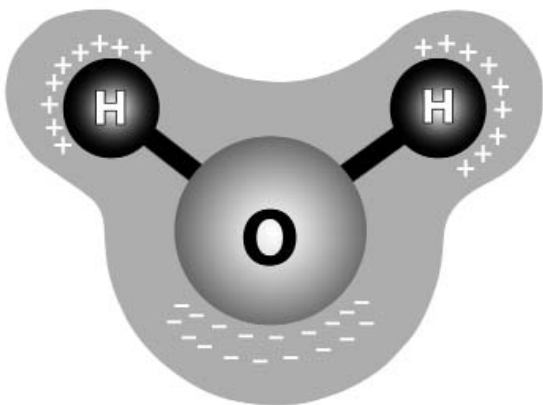


Схема молекулы воды

вольном соотношении. Однако существует определённый предел, после которого процесс растворения прекращается. **Растворимость** вещества – это его предельное количество, которое может вступить во взаимодействие с растворителем. Сколько соли можно растворить в чашке воды? Одну чайную ложку... Потом ещё одну... Наконец наступит такой момент, когда в чашке не останется ни одной свободной молекулы воды, чтобы отсоединить молекулу соли от кристалла: все они будут заняты удерживанием уже захваченных ими молекул. Поэтому соль перестанет растворяться и начнёт оседать на дне чашки. В таком случае говорят о **насыщенном растворе**. В нём больше нельзя растворить ни толики соли.

Растворимость вещества зависит от температуры растворителя. Чем выше температура, тем быстрее движутся молекулы растворителя, и тем больше растворённого вещества они могут удержать. Растворитель можно сравнить с жонглёром. Он легко перебрасывает два мячика, три, четыре, – а вот если добавлять ещё мячики, жонглёру становится сложнее удержать их все в воздухе, это требует больше усилий и энергии. В водном растворе поваренной соли вода может удержать больше растворённого вещества, если она будет тёплой – тогда её молекулы будут обладать большей энергией.

С повышением температуры растворителя возрастает и *скорость растворения*. Молекулы жидкости с более высокой температурой быстрее двигаются вокруг растворяемого вещества и быстрее разбивают его на отдельные молекулы. Поэтому соль (или сахар, или другое вещество) быстрее растворится в тёплой воде, чем в холодной.

Ещё на скорость растворения влияет *площадь поверхности* растворяемого вещества. Кусочек сахара будет растворяться в воде медленнее, чем ложка сахара-песка. А сахарная пудра – ещё быстрее, потому что для «атаки» молекул воды открыто больше молекул сахара.

Обычно, когда речь заходит о растворах, мы представляем себе, как твёрдое вещество растворяется в жидком: например, сахар – в воде. Но бывает и по-другому. Газы и жидкости тоже могут растворяться в жидкостях. Газы способны растворяться в газах.

Более того, существуют твёрдые растворы! К ним относятся многие металлические сплавы (бронза, латунь, нержавеющая сталь), некоторые минералы (например, слюда), стекло и некоторые другие вещества. Гомогенность твёрдых растворов связана с тем, что у них в общей кристаллической решетке расположены атомы различных элементов. Большей частью твёрдые растворы появляются в результате кристаллизации жидких.

Кристалл соли быстро теряет свою целостность, потому что молекулы воды стремительно двигаются вокруг него и «отщипывают» по молекуле. Крохотные молекулы соли не могут снова соединиться, потому что молекулы воды крупнее и больше их. Так происходит процесс растворения: молекулы растворителя постепенно оттаскивают отдельные молекулы растворяемого вещества, удерживая их на расстоянии друг от друга и не позволяя воссоединиться.

Как и в любой смеси, компоненты раствора могут присутствовать в нём в произ-



Растворение соли в воде

ЭКСПЕРИМЕНТ

1

ТАЛЬНАЯ НАУКА

СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ

2

СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

3

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ

4

СМЕСИ

5

ХИМИЯ НА КУХНЕ

6





РАССМОТРИМ РАСТВОРЫ

Чтобы лучше понять процесс растворения различных веществ, возьми несколько разных леденцовых конфет, а также одну шоколадную, и поставь эксперимент по их растворению.

- Возьми несколько прозрачных стаканов, чтобы можно было наблюдать весь процесс растворения.
- Используй горячую, тёплую и холодную воду.
- Одни леденцы расколи на части, другие растворяй целиком.
- Попробуй сделать в одном из стаканов насыщенный раствор.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Что такое раствор?
- Как называется вещество, которое растворяется?
- Как называется вещество, в котором растворяется другое?
- Что такое растворимость?
- Какие особенности молекулы воды позволяют ей растворять всевозможные вещества?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Почему в горячей воде можно растворить больше соли, чем в холодной?
- Если ты хочешь выпить сладкого холодного чая, когда лучше положить в него сахар: до или после охлаждения?



ЧТО КАК РАСТВОРЯЕТСЯ

Ты проводил опыт, в котором конфеты (собственно говоря, сахар) растворялись в воде. Вода способна растворять так много разных веществ, что её нередко называют «универсальным» растворителем. При этом у каждого вещества – свой уровень растворимости и скорость растворения. Хотя сахар и поваренная соль по внешнему виду похожи, растворимость у них разная. У разных солей растворимость также различная.

Цель: измерить растворимость различных материалов.

Необходимые материалы: четыре прозрачных стакана, столовая соль, глауберова соль (можно купить в аптеке), пищевая сода, сахар, чайная ложка, лист бумаги и карандаш.

Ход работы

1. Сначала подумай и выскажи предположение, какое вещество из имеющихся у тебя будет растворяться в воде лучше всего. Запиши свою гипотезу.
 2. Налей $\frac{1}{2}$ чашки воды комнатной температуры в каждый стакан.
 3. В первый стакан добавляй по $\frac{1}{4}$ чайной ложки столовой соли до тех пор, пока она не перестанет растворяться. После каждой новой порции соли размешивай раствор ложкой. Измерь и запиши, сколько времени заняло полное растворение первой порции соли. Запиши также, какое общее количество столовой соли ты смог растворить.
 4. Повтори пункт 3 с глауберовой солью. Запиши те же данные.
 5. Повтори пункт 3 с пищевой содой.
 6. Повтори пункт 3 с сахаром.
- Оказалась ли правильной твоя гипотеза?

ВЗВЕСИ

Взвешивать ничего не будем!

урок 23



СЛОВАРЬ:

- **взвесь**
- **несмешивающиеся жидкости**
- **седиментация**
- **коллоид**
- **суспензия**
- **эмульсия**
- **аэрозоль**
- **пена**
- **гель**
- **эмульгатор**
- **лецитин**
- **коагуляция**



Что такое взвесь и как она получается?

Когда смесь состоит из двух веществ, ни одно из которых не растворяется в другом, это не раствор, а **взвесь**. Она образуется, когда молекулы жидкости не могут расщепить твёрдое вещество на отдельные молекулы, то есть растворить их. Частички твёрдого вещества распределяются в жидком веществе во взвешенном состоянии, но, в конце концов, они под действием силы тяжести оседают на дно.

Апельсиновый сок, с которым ты проводил эксперимент, когда знакомился со смесями, – это взвесь. Если ты оставишь пакет с апельсиновым соком на долгое время и не будешь его трогать, основная часть мякоти осядет на дне. Именно поэтому на многих пакетах и бутылках написано, что перед употреблением сок нужно встряхнуть.

Взвесь могут образовывать и две жидкости. Хотя воду и называют иногда «универсальным растворителем», но всё же не все вещества ей про зубам. Её молекула не в силах разорвать связь между молекулами масла. Бессильным оказывается и масло: выступить в роли растворителя ему тоже не удаётся.

Поэтому масло не растворяется в воде (а вода, соответственно, в масле).

Даже если перемешать воду и масло, они очень быстро опять разделятся. Менее плотное масло соберётся на поверхности воды. Жидкости, которые не смешиваются, как вода и масло, так и называются: **несмешивающиеся жидкости**.

Взвешенные частицы взвеси стремятся опуститься вниз под воздействием земного притяжения. Этот процесс называется **седиментация**. Чем крупнее частицы, тем быстрее они будут оседать. Если частицы очень маленькие, а жидкость достаточно густая, то седиментация протекает крайне медленно, и полное разделение взвеси на составляющие части не наступает даже спустя длительное время. Взвесь с очень маленькими частицами, взвешенными в жидкости или газе, называется **коллоид**. В коллоидах выпадение осадка не происходит, потому что взвешенные частицы настолько малы, что беспорядочное движение молекул жидкости уносит их с собой в самых различных направлениях.



Различные виды взвесей, в зависимости от агрегатного состояния их компонентов, имеют свои названия. Взвесь, в которой твёрдые частицы взвешены в жидкой среде – это **суспензия** (примеры: цементный раствор; апельсиновый или персиковый сок). Самая распространенная суспензия – это дорожная грязь: взвесь частиц глины в воде. Суспензиями являются многие краски, пасты для чистки посуды и ванн. Взвесь, состоящая из двух жидких веществ (несмешиваемых жидкостей), называется **эмульсия** (примеры: лечебные мази; кремы для лица, представляющие собой взвесь масел в воде). **Аэрозоль** – это взвесь, которая состоит из мелких твёрдых или жидких частиц, взвешенных в газовой среде (примеры: дым – твёрдые частички сажи взвешены в газе; туман – взвесь частиц воды в воздухе; освежители воздуха и дезодоранты, закачанные в баллончик под давлением). **Пена**, о которой мы уже говорили на 21-м уроке, – это взвесь газа в жидкости или твёрдом теле (примеры твёрдой пены: вулканическая пемза; пенопласт). Существует даже взвесь жидких частиц в твёрдом теле: это **гель**. В виде геля выпускаются некоторые лекарственные и косметические средства. Вкусное фруктовое желе – это тоже гель.



Апельсиновый сок – это взвесь

Чтобы способствовать сохранению взвесей, в них добавляют специальное вещество – **эмульгатор**: он не позволяет взвешенным частичкам собираться вместе, удерживая их на расстоянии. При выпечке хлеба нужно, чтобы масло распределялось в тесте равномерно; поэтому в него добавляют эмульгатор, разбивающий частицы масла на ещё более мелкие капельки.

Вещество **лецитин**, которое получают из подсолнечного масла или сои и других растений, чаще всего используется в качестве эмульгатора для выпечки. Лецитин содержится и в яичных желтках, поэтому они тоже могут играть роль эмульгатора.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Есть ли у тебя дома маргарин – твёрдый бросок пищевого жира? (Его иногда называют ещё «лёгким маслом»). Если есть – прочти на его этикетке перечень компонентов, из которых этот продукт приготовлен. Скорее всего, ты увидишь такую надпись: «Частично гидрогенизированное растительное масло». *Гидрогенизация* – процесс присоединения водорода к растительному маслу, в результате чего оно меняет свою молекулярную структуру и из жидкого становится твёрдым или полутвёрдым жиром.

Лецитин содержится и в яичных желтках, поэтому они тоже могут играть роль эмульгатора.

Эмульгаторы добавляют и в мороженое, чтобы оно получилось более нежным.

Молоко, о котором ты теперь знаешь очень многое, – это тоже взвесь. Говоря упрощённо, это вода с взвешенными в ней частицами жира и белка. О том, как молоко гомогенизируют, чтобы масло не отделялось от воды, тебе уже известно. Для этого используют не химические способы (добавление эмульгаторов), а физические. А помнишь, как выглядит скисшее молоко? Когда молоко «стареет», под воздействием кисломолочных бактерий мелкие твёрдые частицы белков объединяются в более крупные. В результате они оседают вниз, отделяясь от жидкости. Этот процесс объединения называется **коагуляция**.

Многие соусы – это взвеси. Когда их готовят, берут масло, уксус, специи и травы и усиленно смешивают, чтобы получился однородный продукт.



МАЙОНЕЗ СВОИМИ РУКАМИ

Ты хорошо знаком с ещё одной эмульсией – майонезом. Основные составные части майонеза: растительное масло, уксус, лимонный сок. Но если ты всё это просто смешаешь, у тебя никогда не получится вкусный белый соус, который все так любят добавлять в салат и намазывать на бутерброды. Чтобы майонез стал нежным, как крем, надо, чтобы молекулы масла разделились на очень мелкие частички и остались во взвешенном состоянии в уксусе и лимонном соке. «Разбивать» их нужно механическим способом. А чтобы не позволить частичкам опять слиться вместе (коагулировать), необходим эмульгатор. Приготавливая домашний майонез, в качестве эмульгатора берут яичный желток.

Цель: сделать домашний майонез.

Необходимые материалы: 1 небольшая миска, миксер, столовая ложка, чайная ложка, чашка, сухая горчица, паприка (молотый сладкий перец), соль, одно яйцо, уксус, растительное масло, сок лимона.

Ход работы

1. Смешай в миске $\frac{1}{4}$ чайной ложки сухой горчицы, $\frac{1}{2}$ чайной ложки соли и щепотку паприки.
2. Добавь 1 желток и 1 столовую ложку уксуса.
3. Взбивай смесь миксером на средней скорости, пока она не станет однородной.
4. Понемногу (по 1 столовой ложке) начинай добавлять растительное масло, не переставая взбивать смесь. Всего таким образом нужно добавить $\frac{1}{4}$ чашки масла.
5. Продолжая взбивать, долей ещё $\frac{3}{4}$ чашки масла, вливая его тонкой струйкой.
6. Добавь 1 столовую ложку лимонного сока. Ещё раз хорошенько взбей смесь.
7. Готово! Можешь попробовать сам и угостить домашних.

Хранить майонез нужно в холодильнике не больше 2-х недель.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Что такое взвесь?
- Какую пару веществ можно назвать несмешивающимися?
- Что такое коллоид?
- К какому виду взвесей относится дорожная грязь? А туман?
- Вспомни и приведи примеры жидкой пены.
- Что такое эмульгатор?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Чем взвесь отличается от раствора?
- Что станет с майонезом, если не положить в него желток?
- Является ли молоко эмульсией?
- Вспомни, что такое устойчивость пены.





ТОРТ

Ты, наверное, удивишься, но на примере торта тоже можно изучать взвеси. Вообще, в любом кондитерском изделии можно найти множество примеров для урока химии.

Из чего делают торт? Это зависит от фирменного рецепта твоей семьи. Но существуют общие основные, привычные *ингредиенты* (это синоним слова «компоненты»): мука, сахар, масло, яйца, вода, а также разрыхлитель или сода. Можно купить в магазине уже готовую смесь для торта; тогда в дополнение к ней понадобятся только масло, вода и яйца; всё остальное там уже содержится в необходимом количестве.

Первый важный этап приготовления торта – смешивание масла и сахара. Молекулы жира, которые находятся в масле, взбиваются с сахаром в *крем*. В процессе взбивания между частицами жира попадают пузырьки воздуха, и так и остаются в этой массе. Множество пузырьков делают крем воздушным.

В тесте для *коржей* торта, упрощённо говоря, суспензия воды и муки соединена с эмульсией масла в воде. Причём вода в тесте для торта присутствует не как чистое соединение, а в виде раствора в ней сахара. Туда же добавляют яйца в качестве эмульгатора, чтобы стабилизировать масляно-водяную эмульсию.

Такова, в очень кратком изложении, химическая теория изготовления торта. Если ты усвоил её, пора переходить от теории к практике. Помоги маме приготовить торт! Сам взвей для него крем. Внимательно следи за тем, что делает мама, и всё запоминай. Эти знания пригодятся тебе на одном из последних уроков.



РАСТВОРИМОСТЬ

Хорошо ли растворяется ваш кофе?

урок 24



СЛОВАРЬ:

- закон Генри
- перенасыщенный раствор
- осадок (преципитат)



Что влияет на растворимость вещества?

Давай сначала повторим то, что тебе уже известно.

Растворимость – это способность одного вещества растворяться в другом. Она определяется предельным количеством, которое может вступить во взаимодействие с *растворителем*. С превышением этого количества раствор становится *насыщенным*; избыток *растворяемого вещества* останется в нём нерастворённым: осядет на дно (в случае с твёрдыми веществами) или уйдёт в атмосферу (в случае с растворёнными газами).

Когда на жидкость или твёрдое вещество действует вещество-растворитель, его молекулы отделяют друг от друга молекулы растворённого вещества и не позволяют им вновь соединиться.

На скорость растворения влияет как температура растворителя, так и площадь поверхности растворяемого вещества. Чем больше эти два показателя, тем быстрее вещество растворяется.

У каждого вещества – свой показатель растворимости. Он измеряется либо в процентах (выражающих соотношение обоих веществ в насыщенном растворе), либо в единицах веса или объёма растворённого вещества на 100 г или на 100 миллилитров растворителя (г/100 г или см³/100 см³).

Способность одного вещества растворять другое зависит от многих параметров, но прежде всего – от строения молекул каждого из веществ. Есть даже такой принцип: «Подобное растворяется подобным». Это значит, что молекулы сходного строения и природы могут участвовать в процессе растворения лучше, чем молекулы с разной структурой. Например, водой сложно отмыть жир с тарелок, потому что молекулы воды и масла очень разные по своему строению. А вот молекулы мыла – другое дело. С одной стороны они очень похожи на молекулы жира или масла; поэтому мыло способно отщеплять эти молекулы (то есть смывать жир с тарелок). А другая часть молекулы мыла похожа по строению на молекулу воды; поэтому мыло можно легко смыть водой.

Как ты знаешь из урока 22, растворимость *твёрдого вещества* или *жидкости* изменяется в зависимости от температуры растворителя: чем он теплее, тем выше его растворяющая способность. Зависит растворимость этих веществ в небольшой степени также от давления. С его повышением растворяющая способность падает,



потому что движение молекул растворителя становится более ограниченным в пространстве.

А вот когда в жидкости растворяется газ, зависимость от температуры и давления совсем другая. Ведь в этом случае молекулам растворителя не нужно удерживать молекулы растворённого вещества на расстоянии от дна, чтобы они не осели вниз. Наоборот: им приходится сдерживать более лёгкие молекулы газа от подъёма к поверхности раствора, куда они стремятся. Если мы будем нагревать жидкость, то молекулы газа, двигаясь быстрее, будут чаще достигать поверхности – и «выскакивать» из раствора, покидая его. Значит, при нагревании растворителя в нём удастся растворить меньшее количество газа: его растворимость снизится.

Если же увеличивать давление на раствор, молекулы жидкости будут располагаться ближе друг к другу, не давая молекулам газа покинуть смесь. Таким образом, при повышении давления растворимость газов в жидкости увеличивается. Эта закономерность повышения растворимости газа в жидкости с увеличением на неё давления была открыта английским химиком Уильямом Генри в 1803 г. и носит его имя: **закон Генри**.

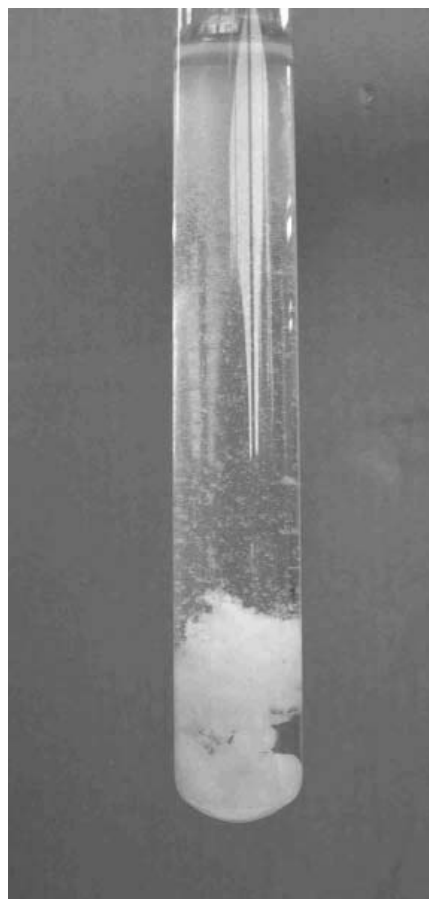
Итак, главные факторы, влияющие на способность одних веществ растворять другие:

- а) сходство строения молекул растворителя и растворяемого вещества;
- б) температура растворителя;
- в) давление, испытываемое раствором.

Если температура или давление насыщенного раствора изменятся так, что растворитель не сможет удерживать прежнее количество растворённого вещества, **раствор** становится **перенасыщенным**. Тогда часть растворённого вещества высвобождается из раствора и образует **осадок (преципитат)**.

Слово «осадки» употребляется в обычной жизни в применении к погоде. Так называют дождь, снег или град. При этом речь идёт об очень сходном процессе и явлении. Когда в тучах набирается такое количество влаги, что они уже не могут его удерживать, часть этой влаги выпадает в виде осадков. Если в раствор добавлять столько вещества, что растворитель будет не в состоянии удерживать его, часть растворяемого вещества выпадет в виде осадка. Принцип один и тот же.

(Осадок образуется и во взвешях, когда они отстаиваются, и при дистилляции, и в результате химических реакций. Но в этих случаях его образование имеет иные причины, чем при выпадении из перенасыщенного раствора).



Осадок выпадает на дно пробирки



ГОРЯЧО – ХОЛОДНО

Цель: выяснить, как температура влияет на растворимость газа.

Необходимые материалы: 1 две бутылки газированной воды (можно сладкой), два прозрачных стакана.

Ход работы

1. Открой две бутылки газировки: одну достань из холодильника, вторую перед этим сутки выдержи при комнатной температуре.

2. Налей газировку в стаканы.
3. Наблюдай за стаканами, только не касайся их.

Вопросы

- Какие ты видишь основные компоненты раствора?
- Откуда берутся пузырьки?
- В каком стакане больше пузырьков?
- В каком растворе пузырьки поднимаются вверх быстрее: в тёплом или холодном?
- В каком стакане жидкость холоднее?

Вывод

Молекулы воздуха, как и воды, в тёплой газировке двигаются быстрее, чем в холодной. Поэтому в тёплом растворе пузырьки воздуха образуются и поднимаются на поверхность чаще. Из тёплой газированной воды быстрее выйдет весь растворённый в ней газ, чем из холодной.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что такое растворимость?
 - Поясни принцип «подобное растворяется подобным».
 - Какие три фактора влияют на растворяющую способность растворителя?
 - Как называется твёрдое вещество, которое выпадает из перенасыщенного раствора?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Почему газированную воду разливают в банки и бутылки при низкой температуре и под давлением?
 - Почему банка газированной воды иногда сплющивается, когда её открываешь?
 - Если к насыщенному раствору сахара в воде больше ничего не добавляли, но сахар вдруг стал осаждаться на дне чашки, какие выводы можно сделать о давлении и температуре раствора?



ПОДОБНОЕ РАСТВОРЯЕТСЯ ПОДОБНЫМ

Ты узнал, что вещества с молекулами сходного строения проще и быстрее растворяют друг друга, чем те, структура молекул у которых значительно различается друг от друга.

В эксперименте на уроке 22 ты растворял различные вещества в воде. Подумай и ответь: удастся ли растворить те же самые вещества в масле?

Проведи эксперимент, взяв вместо воды растительное масло. Записывай его результаты. Сравни их с результатами первого опыта и сделай выводы.



урок 25

СЛАДКИЕ
ГАЗИРОВАННЫЕ
НАПИТКИ

Кто же не любит газировку?

Как делают газированные напитки?



СЛОВАРЬ:

- подсластитель
- глюкоза
- фруктоза
- аспартам
- газирование
- сатуратор

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- диетический
продукт



Сладкие газированные напитки нравятся большинству людей. После воды, которая, разумеется, занимает первое место, сладкая газировка – самый популярный напиток на Земле. Её во всём мире выпивается около 250 000 000 литров в день.

Можешь посчитать, сколько литров выпивается в секунду?

Чем же так хороша сладкая газированная вода? Не только тем, что она сладкая, что может быть какого угодно вкуса. Её любят ещё и за пузырьки, от которых так смешно щекочет в носу. Эти пузырьки – углекислый газ, растворённый в жидкости.

Давай рассмотрим процесс изготовления газировки. Он начинается с очистки и подготовки воды. Хотя вода, которая поступает на фабрики пищевых продуктов, уже чистая, её всё равно пропускают через мельчайшие фильтры и специальные вещества, очищающие её от всех посторонних привкусов и запахов. Это необходимо, чтобы не испортить вкус напитка. Затем воду исследуют, чтобы убедиться, что она достаточно чистая и готова к дальнейшему производству.

Второй этап заключается в том, чтобы сделать воду сладкой. Для этого в неё добавляют **подсластители**. Примерно 70 % газированных напитков изготавливаются с использованием сиропа, сваренного из сахарного тростника, сахарной свёклы или кукурузы. Оставшиеся 30 % – это диетические напитки, предназначенные для тех, кому сахар противопоказан; в них добавляют искусственные низкокалорийные заменители сахара.

Производство сладкого сиропа – интересный химический процесс. Возьмём для примера кукурузный сироп и посмотрим, как его готовят.

Сухие кукурузные зерна замачивают в воде и серной кислоте. Потом размягчённую кукурузу измельчают и отделяют ту часть зерна (она называется *эндосперм*), в которой хранится запас питательного вещества – *крахмала*. Именно это вещество проходит дальнейшую многоступенчатую обработку *ферментами*. Первый фермент превращает крахмал в жидкость. Потом в неё добавляется вто-

рой фермент; при его участии крахмал распадается на сложные вещества – *полисахариды*. С помощью третьего фермента эти вещества продолжают расщепляться, образуя **глюкозу** (другое её название – *декстроза*): это один из типов сахара. Но глюкоза недостаточно сладкая. Поэтому в неё добавляют ещё одну группу ферментов, с помощью которых она превращается во **фруктозу**. Это тоже сахар, только более сладкий. Затем фруктозу кипятят, чтобы удалить из неё воду. В результате получается густая и очень сладкая жидкость – сироп с высоким содержанием фруктозы. Его используют не только в производстве прохладительных напитков, но и для изготовления конфет, других кулинарных изделий.

Диетические напитки (с низким содержанием *калорий*) готовят без сахара, с его искусственными заменителями. Чаще всего используют **аспартам**. Этот подсластитель примерно в 160–200 раз слаще сахара, не имеет запаха, хорошо растворим в воде.

После того как очищенная вода стала сладкой, пора приступить к третьему этапу производства газировки. Нужно придать ей определённый вкус и цвет. У каждого газированного напитка они свои, особенные. Вкус напиткам придаёт сочетание трав, пряностей, масел, экстрактов и кислот. Например, в состав напитка «Байкал», выпускаемого в России, входят такие вкусовые компоненты: экстракты зверобоя, корня солодки и элеутерококка; эвкалиптовое, лимонное, лавровое, пихтовое эфирные масла; лимонная кислота. У колы – характерный вкус орехов тропического дерева колы, которые и дали название самому известному виду напитков. Различные колы производятся многими фирмами по всему миру. Рецепты наиболее популярных напитков (таких как «Кока-кола») хранятся в строжайшем секрете.

После вкуса газировке придают цвет. Это важно, потому

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Сладкий вкус аспартама был открыт случайно. В 1965 г. химик Джеймс М. Шлаттер синтезировал это вещество, проводя исследования по производству лекарств от язвы. Случайно облизнув палец, чтобы перелистнуть страницу книги, он почувствовал очень сильный сладкий вкус. Так аспартам стал одним из заменителей сахара.

что именно по цвету покупатель воспринимает напиток. Например, если он оранжевый, мы ожидаем, что у него будет апельсиновый вкус. Колу мы тоже выбираем по характерному для неё цвету. Что бы ни было написано на этикетке, но если наклейка «Кола» окажется на бутылке с напитком зелёного или розового цвета – мы насторожимся и вряд ли его купим. И если ты попробуешь напиток, а у него вкус колы, ты ждёшь, чтобы и цвет у него был как у колы. Итак, в напиток добавляют красители, чтобы подчеркнуть вкус и восприятие напитка.



Газирование (насыщение углекислым газом) делает прохладительные напитки шипучими и пузырчатыми



Напиток «Байкал»

ЭКСПЕРИМЕНТ
1 ТАЛЬНАЯ НАУКА

СВОЙСТВА
2 ВЕЩЕСТВ

СОСТОЯНИЕ
3 ВЕЩЕСТВА

КЛАССИФИКАЦИЯ
4 ВЕЩЕСТВ

СМЕСИ
5

ХИМИЯ
6 НА КУХНЕ



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Природная газированная вода известна с древнейших времён и использовалась в лечебных целях. В XVIII веке минеральную воду из источников начали разливать в бутылки и развозить по миру. Однако она стоила весьма дорого и к тому же быстро выдыхалась.
- О первом сладком безалкогольном напитке есть упоминание во французских исторических документах. Относится эта запись к XVII веку. Напиток был сделан из мёда, лимона и воды.
- Первому создать газированную воду удалось английскому химику Джозефу Пристли в 1767 г. В 1770 г. швед Тоберн Бергман сконструировал аппарат, позволяющий под давлением, с помощью насоса, насыщать воду углекислыми пузырьками. Он назвал его сатуратором.
- Первым промышленное производство газированной воды начал в 1783 г. немец Якоб Швепп. По сей день его имя носят сладкие газированные напитки марки «Швеппс».
- «Кока-кола» была придумана в Атланте (штат Джорджия, США) 8 мая 1886 года. Её автор – фармацевт Джон Стит Пембертон. Напиток был запатентован как лекарственное средство «от любых нервных расстройств».

Наконец, четвёртый этап: **газирование**. Готовый напиток охлаждается и впрыскивается в контейнер, в котором под давлением находится углекислый газ. Как ты знаешь, при низкой температуре и высоком давлении газ наиболее хорошо растворяется в жидкости. Обычно в одном литре напитка растворяется 5–10 г углекислого газа.

После этого газированный напиток разливается в бутылки или банки. Их герметически закрывают, нагревают, обсушивают – и только после этого пакуют в ящики или коробки.

Когда ты открываешь бутылку газировки, давление в ней падает, раствор становится перенасыщенным. В результате в нём возникает множество газовых пузырьков, поднимающихся вверх и лопающихся на поверхности.

Если оставить бутылку с газировкой открытой на какое-то время, из неё выйдет почти весь растворённый в ней газ.

В некоторых городах газированные напитки можно купить не только в магазинах, но и прямо на улице – в автоматах. Опускаешь в них набор монет на нужную сумму – и в одноразовый стаканчик льётся шипящая газировка. В автоматах напиток готовится более простым

и быстрым способом, с использованием уже готового сиропа. Основная часть такого автомата – аппарат под названием **сатуратор**: он насыщает воду углекислым газом. Потом этот раствор смешивается с порцией сиропа и наливается в стаканчик.

Когда ты в следующий раз поднесёшь к губам стакан с напитком, покрытым сладкой пеной, задумайся о том, что он содержит в себе все три агрегатных состояния вещества одновременно: жидкую воду, газообразную углекислоту и твёрдый (хоть и растворённый) сахар!



Автоматы для продажи газировки
во Львове



ГАЗИРОВКА ДОМАШНЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

К сожалению, в домашних условиях невозможно в точности воспроизвести твою любимую газировку. Но ты можешь сделать какой-нибудь новый напиток. Вот два рецепта «самодельной» сладкой газированной воды.



Кола

В большом бокале смешай следующие компоненты:

- 8 чайных ложек сахара или сиропа
- 1 чайную ложку ванильного экстракта
- 1 чайную ложку лимонного сока
- 1/4 чайной ложки апельсинового сока
- щепотку мускатного ореха
- щепотку корицы
- 4 капли жёлтого пищевого красителя
- 2 капли красного пищевого красителя
- 2 капли синего пищевого красителя
- 200 г минеральной газированной воды

Ситро

Возьми следующие компоненты:

- 4 лимона
- цедра одного лимона
- 3/4 стакана сахара
- 250 г чистой воды
- 500 г минеральной газированной воды

Сначала натри на тёрке цедру одного лимона. Цедра – это наружный окрашенный слой его кожуры. Старайся не задеть белый рыхлый слой под цедрой – он может придать напитку горечь. Положи цедру в эмалированную кастрюлю. Выжми туда же сок из 4 лимонов, всыпь сахар, влей 250 г воды. Поставь кастрюлю на плиту и кипяти 10 минут. Затем профильтруй смесь, охлади её и добавь газированную воду. Можно взять ещё один лимон, порезать его и положить в каждый стакан газировки кружочек лимона.



***Включай газовую плиту или электроплитку
только в присутствии родителей!***

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?**
- Каковы основные составные части сладкой газированной воды?
 - Какие два подсластителя чаще всего используют при производстве газированных напитков?



ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Почему рецепты популярных прохладительных напитков хранятся в секрете?
- Почему пузырьки, образующиеся в газировке, круглые (сферической формы)?



ОБЫЧНАЯ ИЛИ ДИЕТИЧЕСКАЯ?

Низкокалорийный газированный напиток – это **диетический продукт**, из состава которого исключены те компоненты, которые могут быть вредными для определённой части людей. Сахар нельзя употреблять в пищу людям, болеющим сахарным диабетом. Его также рекомендуется свести к минимуму тем, кто склонен к полноте и ожирению.

Ты знаешь, чем различаются по своему составу обычная и диетическая газированная вода. Предположим, тебе дали две совершенно одинаковые банки газировки и поставили задачу: определить, в какой банке диетическая вода, а в какой – обычная. Как ты будешь это делать?

Давай поставим эксперимент.

Цель: определить, в какой банке обычная газировка, а в какой – диетическая.

Необходимые материалы: глубокий таз или ведро с водой, 1 банка обычного сладкого газированного напитка, 1 банка диетического напитка того же сорта.

Ход работы

1. Наполни таз или ведро водой.
2. Помести обе закрытые банки в ёмкость с водой. Что произойдёт?

Вопросы

- Какая банка тонет? Какая банка плавает?
- Почему так происходит, как ты считаешь?
- Чем отличается содержимое двух банок?

Вывод

Главное различие между обычной и диетической сладкой газированной водой в том, что в состав одной входит сахар, а вторая содержит вместо него аспартам. Из урока 9 ты знаешь: плавучесть объекта зависит от его плотности. Если объект имеет плотность выше плотности воды, он утонет. Значит, мы установили, что у двух видов напитка – разная плотность. Почему?

Плотность сахара выше плотности воды; будучи растворённым в напитке, сахар повышает плотность банки. Поэтому она теряет плавучесть и тонет в воде. Но поскольку аспартам в 200 раз слаще сахара, то для того, чтобы у напитка был такой же вкус, его требуется намного меньше. Следовательно, плотность жидкости во второй банке практически такая же, как плотность воды, и вторая банка держится на плаву.



КОНЦЕНТРАЦИЯ

Сколько сахара у тебя в чае?

урок 26



СЛОВАРЬ:

- разбавленный (разведённый) раствор
- концентрированный раствор
- концентрация



Как измерить концентрацию раствора?

Если чай не успел завариться, он получается невкусным. И если положить в него слишком много сахара – это тоже невкусно. Ты знаешь, что в растворе может содержаться произвольное количество растворённого вещества: совсем немного – или же столько, что раствор станет насыщенным. Если растворённого вещества сравнительно мало, **раствор** получается **разбавленным (разведённым)** – как не успевший завариться чай. Если же количество растворённого вещества сравнительно велико, приближается к насыщенному – это **концентрированный раствор**. Слишком сладкий компот – именно этот случай.

«Разбавленный» и «концентрированный» – это качественные, описательные характеристики количественного содержания растворённого вещества в растворе. Ученые предпочитают точные количественные значения: ведь без них было бы невозможно воспроизвести, повторить ни один эксперимент. Количественным показателем является **концентрация** раствора: отношение массы растворённого вещества к общей массе раствора. Измеряют концентрацию, чаще всего, в процентах. Например, если 5 грамм сахара растворить в 95 граммах воды, полученные 100 граммов сладкой воды называют *пятипроцентным раствором сахара*.

Существуют и другие способы обозначения концентрации раствора. Например, указывают, какая масса растворённого вещества приходится на 1 л раствора. При приготовлении растворов кислот часто указывают, сколько частей воды (по объёму) приходится на одну часть концентрированной кислоты (например, 1:3). Концентрация загрязнений в воздухе может выражаться в частях на миллион.

Слабый чай и приторный компот – эти неприятности можно пережить. Но знание концентрации раствора нужно нам не только на кухне. Она играет важную роль во многих научных исследованиях, процессах и технологиях.

Увеличение концентрации жидкого раствора повышает точку кипения раствора и понижает точку замерзания. Водный раствор какого-либо вещества (например, столовой соли) закипает при температуре выше точки кипения воды. Это происходит потому, что молекулы растворённого вещества сталкиваются с молекулами воды,



не давая им достигнуть поверхности и покинуть жидкость. Поэтому, чтобы водный раствор закипел, нужно больше энергии, чем для закипания воды. Это свойство называется очень кстати, когда нужно охладить мотор автомобиля и не дать охлаждающей жидкости закипеть и испариться. Для этого в систему охлаждения добавляют воду, смешанную со специальным веществом – *антифризом*. Раствор воды и антифриза поглощает тепло от работающего мотора и не выкипает при этом.

Эта же добавка, антифриз, не даёт жидкости в радиаторе автомобиля замёрзнуть, даже если температура опускается ниже нуля градусов. Чтобы вода замёрзла, её молекулы должны сгруппироваться в кристаллы. А в составе раствора молекулы воды разделены молекулами растворённого вещества, которые препятствуют образованию кристаллов. Чтобы водный раствор замёрз, температура должна быть ниже температуры замерзания воды. Кроме того, антифризы – это вещества, сами имеющие низкую температуру замерзания. Это позволяет автомобильному мотору работать даже в сильные холода.

Всё сказанное здесь относится и к раствору соли в воде. Солёная вода кипит при температуре выше 100 °С, а замерзает при температуре ниже 0 °С. Это её свойство используется зимой в городах. Когда улицы покрываются снегом, он под шагами прохожих подтаивает, а вода тут же замерзает, образуя ледяную корку. Это очень опасно, так как люди на льду падают, а автомобили теряют управление и попадают в аварии, нередко с человеческими жертвами. Поэтому в качестве одного из способов борьбы с обледенением дорог их посыпают солью. Молекулы соли растворяются в подтаявшей воде и снижают температуру её замерзания. В результате лёд не образуется.



ДЕЛАЕМ МОРОЖЕНОЕ

Есть ещё один забавный способ применения раствора соли. С помощью солёной воды можно сделать мороженое! Нет-нет солить его, конечно, не надо. Соль добавляется в лёд, которым охлаждается контейнер с молочной смесью. Она как бы «задерживает» холод, не даёт льду быстро таять. Поэтому солёный лёд поглощает больше тепла от контейнера, охлаждая его. В результате смесь для мороженого замерзает достаточно быстро.

Цель: проверить свойства солевого раствора на примере приготовления мороженого.

Необходимые материалы: большая и маленькая миски, столовая ложка, полотенце; продукты: две столовых ложки какао, одна столовая ложка сахара, четыре столовые ложки молока, две столовые ложки сметаны, щепотка ванильного экстракта, крошки печенья и шоколада; небольшие кубики льда, соль.

Ход работы

1. Размешай в маленькой миске все приготовленные продукты. Смесь для мороженого готова. Теперь её надо охладить.
2. Положи в большую миску лёд, посыпь его солью, перемешай.
3. На лёд поставь мисочку с мороженым.



4. Накрой миски плотным полотенцем, чтобы в них не проникало внешнее тепло.
5. Каждые 3–5 минут помешивай мороженое.
6. Примерно через 30 минут мороженое загустеет.
7. Вытащи маленькую миску и аккуратно вытри с её поверхности солёную воду, чтобы она случайно не попала в мороженое.
8. Угости своих домашних вкусным десертом!

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что такое разбавленный (разведённый) раствор?
 - Что такое концентрированный раствор?
 - Как влияет концентрация раствора на его замерзание?
 - Как влияет концентрация раствора на его кипение?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Почему количественные характеристики концентрации важнее, чем качественные?
 - Если добавление антифриза в воду помогает мотору работать лучше, почему бы вместо воды в радиатор не наливать один только антифриз? Будет это полезно или нет?



СОЛЬ И ГАЗ МЕНЯЮТ СВОЙСТВА ВОДЫ

Ты знаешь, что соль меняет точки замерзания и кипения воды. Насколько именно снижается или повышается эта температура?

Выясни это сам.

Цель: установить, насколько добавление соли изменяет температуру закипания и замерзания воды.

Необходимые материалы: соль, вода, морозильная камера, кастрюля, электроплитка, два стакана, спиртовой термометр, бумага и ручка.

Опыт 1. Солёная вода – точка замерзания. Ход работы

1. Раствори соль в 1 стакане воды – столько, сколько сможешь.
2. Налей $\frac{1}{2}$ чашки солёной воды в стакан и поставь в морозильную камеру.
3. Налей $\frac{1}{2}$ чашки обычной воды во второй стакан и тоже поставь в морозилку.
4. Измеряй температуру каждой жидкости каждые 2 минуты, пока они не замёрзнут. Записывай результаты.
5. Опиши опыт и сделай выводы.

Опыт 2. Солёная вода – точка кипения. Ход работы

1. Налей $\frac{1}{2}$ чашки обычной воды в кастрюлю.
2. Нагрей воду на электроплитке.
3. Измеряй температуру воды каждую минуту, пока она не закипит. Записывай результаты.
4. Сними кастрюлю с плитки и вылей воду.
5. Налей в кастрюлю $\frac{1}{2}$ чашки солёной воды, которая осталась после прошлого эксперимента.



6. Нагрей раствор на электроплитке.

7. Измеряй температуру раствора каждую минуту, пока он не закипит. Записывай результаты.

8. Сними кастрюлю с плиты.

9. Опиши опыт и сделай выводы.

Тебе также известно, почему добавление соли приводит к таким изменениям свойств воды. Сходный эффект оказывает растворение в воде любого вещества, в том числе и газа. Значит, точка замерзания газированной воды тоже должна быть ниже, чем у воды обычной. Проверь, так ли это.

Опыт 3. Газировка – точка замерзания.

Цель: выяснить, является ли температура замерзания газировки ниже температуры замерзания чистой воды.

Необходимые материалы: небольшая пластиковая бутылка газировки, спиртовой термометр, большая миска, кубики льда, соль, вода.

Ход работы

1. Аккуратно сними этикетку с бутылки газировки.

2. Положи в таз лёд. Добавь немного воды, чтобы половина льда была в воде.

3. Добавь в воду со льдом соль. Термометром измеряй температуру воды. Добавляй соль, пока температура не станет примерно -4°C

4. Положи бутылку в таз со льдом.

5. Подожди 20–30 минут. (Если газировка замёрзла – значит, ты ждал слишком долго).

6. Открой бутылку. Что произошло? Газировка должна заледенеть за несколько секунд прямо на твоих глазах!

Вывод

В бутылке газировки находится раствор углекислого газа в воде (точнее, в воде с сиропом и другими добавками). Температура замерзания раствора ниже, чем точка замерзания воды. Поэтому ты смог охладить лимонад до -3°C , и он оставался жидким. Когда ты открыл бутылку, растворённый углекислый газ начинает освобождаться из раствора (из-за падения давления в бутылке), появляется множество маленьких пузырьков – и температура замерзания повышается. Пузырьки начинают превращаться в кристаллы льда, и газировка замерзает в течение нескольких десятков секунд.

МОРСКАЯ ВОДА

В синем море, в белой пене...

урок 27



СЛОВАРЬ:

- хлорид натрия
- соли
- опреснительные установки

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- солёность
- промилле
- электропроводность



Из чего состоит морская вода?

Мы уже несколько раз упоминали о морской воде как о растворе различных веществ. Какова его природа? Ты знаешь, что вода является прекрасным растворителем. Попадая на землю в виде дождя или других осадков, она вымывает из почвы различные минеральные соединения, растворяя их. Эти минералы она потом уносит в реки и ручьи, которые впадают в моря и океаны.

Некоторые растворённые вещества попали в морскую воду другими путями. Например, хлор в больших количествах поступал из земных недр в составе соляной кислоты во время Всемирного Потопа и при последующих извержениях вулканов.

Морская вода покрывает 71 % поверхности Земли: это около 361 миллиона квадратных километров; а её объём – 1338 миллионов кубических километров. Ни один другой раствор не присутствует на Земле в таких количествах! И во всём этом рас-

творе кипит жизнь: от огромных китов до микроскопических рачков и водорослей.

Больше всего растворено в морской воде, конечно же, обычной столовой соли – **хлорида натрия**. Но присутствуют здесь и другие **соли** (особый вид химических соединений металлов с неметаллами), содержащие атомы многих элементов. Например, концентрации магния и брома делают выгодным добычу этих элементов из моря в промышленных масштабах. Всего в морской воде обнаружено 55 различных элементов (из них 14 – в концентрации, превышающей или равной 0,1 мг/л).

Общее количество растворённых веществ в морской воде составляет 35 г на 1000 г раствора (то есть их концентрация равна 3,5 %). Из этого количества минералов 75 % приходится на столовую соль. Нетрудно подсчитать, что средняя концентрация хлорида натрия в морской воде – около 3 % (примерно три грамма соли на 100 г раствора).

Кроме минералов в морской воде растворены газы: кислород, азот, углекислый газ. Концентрация кислорода выше всего у поверхности океана. Некоторая его часть попадает в воду из воздуха, но в основном его производят водоросли в процессе фотосинтеза.

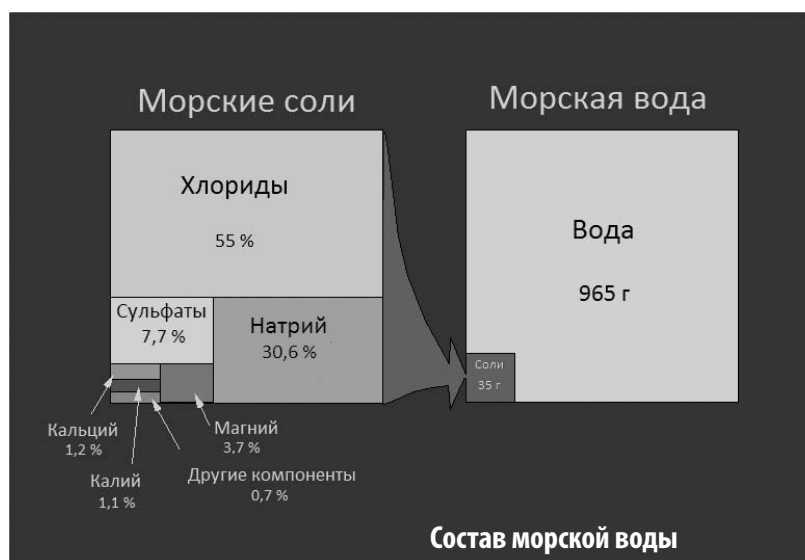


Из-за высокого содержания солей морская вода непригодна для питья: чтобы вывести впоследствии эти соли из организма, потребуется больше пресной воды, чем будет выпито солёной. Однако в крайних случаях даже солёная вода океанов способна спасти жизнь моряку, потерпевшему кораблекрушение. Это доказал в 1952 году французский врач и путешественник Ален Бомбар. Чтобы поставить на себе эксперимент и выработать принципы выживания для людей, оказавшихся в открытом море практически без ничего, Бомбар в одиночку, на неуправляемой надувной лодке, без запасов еды и питья, пересёк Атлантический океан, проплыв 4400 км за 65 дней. В пути он занимался рыбной ловлей, используя рыбу не только как пищу, но и как источник воды: он выжимал из неё соки и пил их. Однако вместе с этим Бомбар в небольших количествах пил и морскую воду. Так он доказал, что в малых дозах это всё же возможно – хотя и очень вредно. Но у потерпевшего кораблекрушение человека не бывает выбора. Надо сказать, что за время своего плавания Ален Бомбар потерял более 25 килограммов веса из-за обезвоживания организма.

На кораблях и в прибрежных районах, где плохо обстоит дело с пресной водой, люди опресняют морскую воду, удаляя из неё соли при помощи специальных устройств –

опреснительных установок. Такая вода становится питьевой. А для бытовых нужд в приморских странах (например, в Гонконге) может использоваться морская вода, для экономии пресной.

Господь предназначил моря и океаны – эти хранилища соли, минералов и газов – для поддержания жизни на Земле. К сожалению, люди в последние полтора столетия всё сильнее загрязняют морскую воду отходами производства и быта, нефтепродуктами при авариях танкеров, радиоактивными продуктами в результате военных испытаний. Сейчас учёные всего мира сообща стараются выработать меры по охране Мирового океана от последствий человеческой деятельности.



МОРСКУЮ ВОДУ – СВОИМИ РУКАМИ

Цель: сделать немного моря у себя дома.

Необходимые материалы: столовая соль, соломинка для коктейлей, вода, стакан.

Ход работы

1. Добавь $1\frac{1}{4}$ чайной ложки соли в стакан воды.
2. Размешивай до тех пор, пока соль не растворится. У тебя получился 3-процентный раствор соли, практически морская вода.
3. Теперь раствори в воде газообразные вещества. Опусти соломинку на дно

стакана и осторожно дуй в неё, сколько хватит дыхания. Повтори это 5–6 раз. Воздух будет образовывать пузыри и подниматься вверх, выходя назад в атмосферу, но часть его растворится в солёной воде. В воздухе, который ты выдыхаешь, есть кислород, углекислый газ и азот – три основных газа, которые растворены и в морской воде.

Вывод

У тебя получился раствор, по составу сходный с морской водой. Правда, в настоящей морской воде растворены ещё многие элементы, но их концентрация очень мала. Будем считать, что в таком объёме, как стакан, будь он наполнен водой из моря, всё равно не было бы заметного количества этих элементов.



ПЛОТНОСТЬ МОРСКОЙ ВОДЫ

Плотность морской воды выше, чем у пресной. Поэтому в море намного легче плавать, чем в бассейне: твоя плавучесть в солёной воде будет выше. Кстати, в некоторых озёрах (это водоёмы, не соединяющиеся напрямую с морями) плотность воды ещё больше, чем в океане.

Например, в Мёртвом «море» между Израилем и Иорданией (которое на самом деле озеро) вообще невозможно нырнуть: люди спокойно лежат на поверхности его воды на спине и читают газеты! Это потому, что концентрация солей и минералов в этом озере просто невероятная: 33,7% (а в морской воде она, как ты помнишь, 3,5%).



Так можно плавать в Мёртвом море

Цель: продемонстрировать плотность морской воды.

Необходимые материалы: полученный в ходе предыдущего опыта раствор, пресная вода, два стакана или глубокие чашки, яйцо.

Ход работы

1. Осторожно опусти яйцо в стакан с пресной водой. Что с ним произошло? Оно опустилось на дно.
2. Теперь опусти яйцо в морскую воду своего изготовления. Что произошло? Оно должно держаться близко от поверхности или всплыть. Если яйцо всё же утонуло, аккуратно вытащи его, добавь в воду ещё соли, размешай её и повтори опыт.



СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Какого раствора на Земле больше всего?
 - Какие вещества есть в морской воде?
 - Как различные вещества попадают в воды Мирового океана?
 - Какие ты знаешь газы, которые растворены в морской воде?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Почему вода в море солонее, чем в реках или в большинстве озёр?
 - Почему у поверхности моря в воде больше кислорода, чем на глубине?



СОЛЁНОСТЬ

Концентрация солей в морской воде имеет специальное название: **Ксолёность**. Для её измерения существует и особая единица: солёность традиционно измеряется не в процентах, а в **промилле** – тысячных долях. В одном проценте – 10 промилле. Оно обозначается специальным значком: ‰. Это обозначение похоже на значок процента, но количество нулей в нём не два, а три, как в числе 1000.

Значит, средняя солёность морской воды правильнее определить не как 3,5 %, а как 35 ‰ (тридцать пять промилле).

К слову «концентрация» мы постоянно добавляем слово «средняя». Дело в том, что солёность морей и океанов – неравномерная. Самая низкая солёность морской воды – в Финском заливе Балтийского моря: от 0,2 до 9 промилле у поверхности и от 0,3 до 11 промилле у дна. А наибольшей солёностью обладает вода Красного моря, расположенного между Африкой и Аравийским полуостровом: 38–42 промилле. (Воду солёных озёр, таких как Мёртвое море, мы к морской воде не относим).

«Эталоном» солёности морской воды принято считать воду из Бискайского залива Атлантического океана, омывающего берега Испании и Франции: её солёность близка к 35 ‰.

Изменяет состав морской воды, в частности, пресная вода из рек и ручьёв, впадающих в моря. Вблизи *устья* реки морская вода будет менее солёной. После ливневых дождей в данном месте Мирового океана морская вода также будет разбавлена пресной – правда, весьма непродолжительное время.

Разница в солёности является причиной того, что морская вода, взятая в разных местах Мирового океана, может обладать различными свойствами.

Прежде всего, как ты уже понял, от солёности морской воды зависят точка её кипения и точка замерзания.

Концентрация соли влияет также на **электропроводность** морской воды – на её способность проводить электрический ток. Вода без примесей ток не проводит. Но чем больше в ней растворено соли, тем её электропроводность лучше. Собственно говоря, именно по показателю электропроводности морской воды учёные определяют её солёность.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

В Чёрном море, в слое воды, лежащем ниже глубины 150 м, присутствует высокая концентрация ещё одного газа: сероводорода. Он ядовит, поэтому ниже этой глубины жизни в этом море нет. Существует несколько версий того, откуда этот газ появился в черноморской воде.

Количество газов, растворённых в морской воде, также зависит от её солёности. Сообразишь, почему? Чем больше соли в морской воде, тем меньше возможность у молекул воды удерживать ещё молекулы газа. Поэтому с повышением солёности морской воды концентрация газов в ней падает. (Разумеется, способность растворять газы зависит также от температуры и давления воды; вспомни, каким именно образом).

От солёности и температуры морской воды зависит и её плотность. Чем выше солёность, тем больше плотность морской воды. Чем холоднее вода, тем плотнее в ней располагаются молекулы, тем выше её плотность. Купаясь в море, ты, наверное, чувствовал, что вода располагается как бы слоями: слой тёплый, менее солёный, под которым находится слой более солёной холодной – и, следовательно, более плотной воды. На разных глубинах вода различается и солёностью, и плотностью, и температурой.

Еще один фактор, от которого зависит состав воды на разной глубине – это наличие растительной и животной жизни. Растения могут существовать только там, где есть солнечный свет, поэтому на глубине свыше сотни метров их не бывает. Значит, газы, которые в основном являются продуктом жизнедеятельности растений (в первую очередь – кислород), будут в большей концентрации у поверхности моря, и совсем мало их содержится на глубине.

Но, хотя на отдельных участках Мирового океана состав воды имеет свои отличия, всё же все они – это части единого целого; вода в нём постоянно движется и перемешивается. Так что содержание солей, минералов и газов в морской воде достаточно стабильное.

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ

Опреснение – это процесс удаления солей из морской воды для превращения её в пресную. Во многих местах земного шара существует проблема нехватки пресной воды для питья, приготовления пищи, полива и промышленности. Водить воду оттуда, где её более чем достаточно, стоит недёшево. Поэтому опреснение оказывается лучшим решением в данной ситуации.

Опреснительные установки, сконструированные для этой цели, могут быть различными и использовать совершенно разные способы разделения растворов на составляющие их компоненты.

Один из многих способов превращения солёной воды в пресную тебе хорошо известен. Это *дистилляция* или *перегонка*. Морскую воду кипятят, она превращается в пар, при этом растворённые в ней соли и минералы остаются в виде осадка. Получаемый пар поступает в другую ёмкость,



там он охлаждается и конденсируется. Получаемая в результате вода – пресная, избавленная от примесей.

Этот способ опреснения – самый древний. Еще в 350 г. до Рождества Христова Аристотель писал: «Испаряясь, солёная вода образует пресную...» Римские легионеры Юлия Цезаря в 49 г. до Р.Х., во время африканских войн, брали воду из Средиземного моря, нагревали её на солнце и собирали полученный конденсат. Живший в I веке по Р.Х. античный историк Плиний Старший описал в своей «Естественной истории» древнейший метод опресне-



ния: овечьи шкуры, вывешенные на ночь за борт корабля, впитывали влагу, а утром их отжимали, получая пресную воду.

Моряки во все времена были больше всех остальных заинтересованы в удобной технологии опреснения. Страх погибнуть посреди моря, будучи окружёнными миллионами тонн воды и не имея возможности утолить жажду, заставлял людей придумывать всё новые и новые варианты опреснителей. В 1791 году Томас Джефферсон, который в то время был Государственным Секретарем США, опубликовал доклад о способах опреснения воды и обязал экипаж каждого корабля иметь инструкцию для сооружения, в случае необходимости, перегонного устройства. С появлением пароходов на них тоже стали устанавливать специальные дистилляторы для получения пресной воды из морской: ведь для паровых котлов была необходима именно пресная вода. Возможность производить её на месте значительно снизила затраты на этот вид транспорта: не надо было занимать трюм запасами воды, вместо этого можно было взять больше грузов.

После Второй Мировой войны в мире стала ощущаться нехватка пресной воды. Применение дистилляции оправдывало себя не везде так как этот метод требует большого расхода энергии на нагревание воды. Поэтому государственные организации и частные компании в разных странах занялись разработкой новых технологий. Необходимо было найти способы получения пресной воды одновременно и дешёвые, и эффективные, с высокой производительностью.

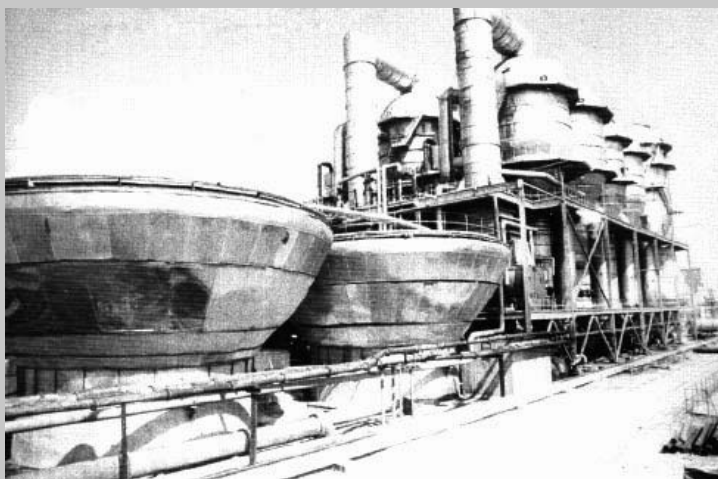
В настоящее время для опреснения морской воды, помимо усовершенствованных методов дистилляции, используются и другие современные научные технологии: *электро-диализ, вакуумная заморозка, замораживание с использованием технологии перекачивае-*

мого льда, ионный обмен, обратный осмос. Последний из них сейчас наиболее распространён. Он заключается в прохождении воды под воздействием давления через полупроницаемую мембрану, которая пропускает молекулы растворителя, но задерживает более крупные молекулы многих растворённых в ней солей, а также бактерии и вирусы.

Сегодня в мире работают более 7500 опреснительных установок. Больше половины их расположены на Ближнем Востоке. Лидируют здесь Кувейт и Саудовская Аравия. До недавнего времени в Саудовской Аравии находилась самая большая в мире опреснительная установка. Но в 2005 году в израильском городе Ашкелоне заработала установка опреснения морской воды путём обратного осмоса, которая сейчас является самой мощной в мире. Она рассчитана на производство более 100 миллионов кубических метров воды в год (это составляет приблизительно 4–5% ежегодного потребления пресной воды в Израиле).

Много опреснительных установок находится и в странах Северной и Южной Америки.

В 1972 году в Казахстане была введена в строй и действовала почти 30 лет единственная в мире дистилляционная опреснительная установка, работавшая от атомного реактора (на фотографии внизу). Она поставляла 120 000 кубических метров пресной воды в сутки для города Актау.



ОЧИСТКА ВОДЫ

Чистота – залог здоровья

урок 28



СЛОВАРЬ:

- антропогенный
- техногенный
- очистные предприятия
- отстойник
- хлорирование
- озонирование
- канализационная (сточная) система
- аэротенк
- активный ил

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- жёсткая вода
- накипь
- смягчитель воды



Какую воду пить безопасно?

Из-за того, что вода – очень хороший растворитель, она утаскивает с собой частички практически всего, через что протекает. Когда ты моешь руки или стираешь бельё, вода уносит с них грязь вместе с моющими средствами, и это очень хорошо. Но если ты хочешь пить, тебе нужна чистая вода, и вовсе ни к чему растворённые и смешанные с ней вещества.

Как правило, в наших водопроводах течёт вода из рек или озёр. Но пить воду непосредственно из этих водоёмов нельзя. В них содержится большое количество разнообразных растворённых веществ, в также очень мелкий мусор во взвешенном состоянии. Этот мусор бывает не только природный, но, к сожалению, также **антропогенный** и **техногенный**, то есть связанный с жизнедеятельностью и с технологической деятельностью людей.

Поэтому в городах и сельских районах существуют специальные **очистные предприятия** – станции или заводы по очистке воды. Там воду очищают от всевозможных загрязнений, примесей и взвесей. После этого, уже готовая для безопасного употребления, она уходит по трубам в наши дома.

Первый этап очистки воды происходит в больших резервуарах – **отстойниках**. Воду закачивают в них и оставляют на некоторое время. Те примеси, которые не растворяются в воде, а находятся во взвешенном состоянии, постепенно оседают на дне резервуара. Вода утаскивает их с собой при движении. Затем этот осадок удаляют.

На следующем этапе воду прогоняют через фильтры, которые задерживают самые мелкие, коллоидные примеси, взвешенные в воде. (Ты помнишь, что такое коллоиды?)

Потом вода направляется в смесительный бассейн, где в неё добавляют особые химические вещества: *хлор* – чтобы убить бактерии; *фтор* – для защиты наших зубов, которым этот элемент необходим; потому что во многих городах в воде мало фтора,

ЭКСПЕРИМЕНТ

1

СВОЙСТВА
Веществ

2

СОСТОЯНИЯ
Вещества

3

КЛАССИФИКАЦИЯ
Веществ

4

СМЕСИ

5

ХИМИЯ
НА КУХНЕ

6



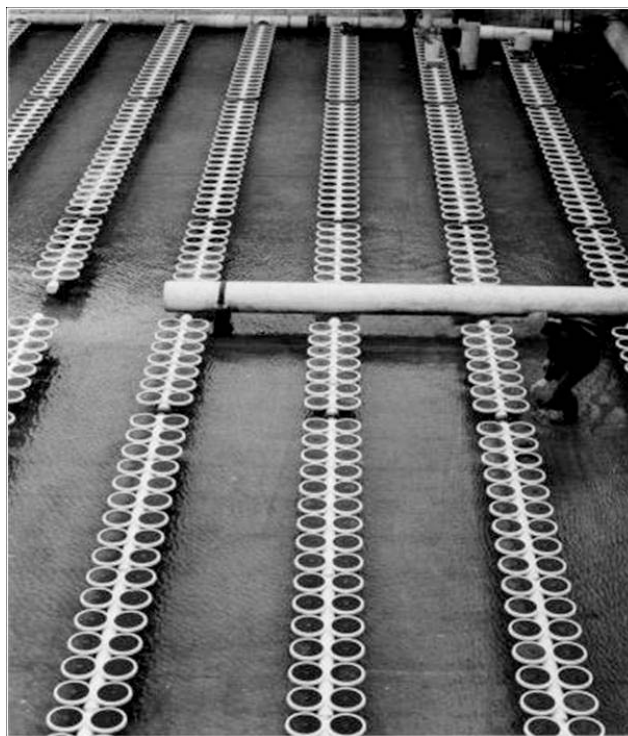
а это плохо действует на зубы; *квасцы* – потому что они заставляют оставшиеся частички собираться вместе.

Теперь воду отправляют ещё в один отстойник, где оставшиеся частицы взвеси осаждаются на дне.

Наконец, вода проходит через ещё один фильтр, который окончательно очищает её от всего, что ещё смогло проскользнуть через предыдущие этапы. Этот фильтр состоит из нескольких слоев: слой гравия или щебня, слой древесного угля, слой песка. На некоторых станциях по очистке воды в этот момент в воду добавляют последнюю дозу соединений хлора. Отсюда вода отправляется в городскую водопроводную систему.

Хлорирование воды, то есть её обеззараживание хлором – это давний и традиционный метод её очистки.

Но хлор – это ядовитый газ. Присутствие в воде его соединений тоже не самое идеальное решение её обработки. Кроме того, хлор оказывает вредное действие на сотрудников станций и заводов по очистке воды, а также представляет собой серьёзную опасность для тех, кто живёт по соседству с очистным предприятием (в случае утечки или разрушения больших ёмкостей с ним – например, при землетрясении). Поэтому в последнее время многие очистные предприятия переходят на использование других способов обеззараживания воды. Это может быть обработка её дезинфицирующими средствами, такими как *дезавид*. Другой вариант – **озонирование** воды, то есть обеззараживание её газом озоном, который уничтожает все



Аэротенк

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Первое упоминание об улучшении качества воды содержится в Библии. Книга Исхода рассказывает, как за 2 тысячи лет до Рождества Христова народ Израиля, странствуя о пустыне, пришёл в место под названием Мерра. Вода там была горькой и непригодной для питья. Бог указал Моисею дерево и сказал бросить его ветки в источник. Моисей так и сделал, и вода стала пресной (Исх. 15:23–25).
- В XV веке до Р.Х. древние египтяне научились очищать воду, добавляя в неё квасцы. Изображения этой техники очистки были найдены на стене усыпальницы фараона того времени.
- Примерно в 500 году до Р.Х. древнегреческий учёный и врач Гиппократ изобрёл так называемый «рукав Гиппократа» – систему тканевых мешочков, с помощью которой фильтровали воду и вино.

известные микроорганизмы: вирусы, бактерии, грибки, водоросли, их споры, простейших и т.д. *Озон* – это модификация кислорода, только его молекула состоит не из двух, а из трёх атомов (химическая формула O_3). Он, в отличие от хлора, представляет для сотрудников очистных предприятий гораздо меньшую опасность, а при выбросе в воздух быстро превращается в обычный кислород. Наконец, обеззараживать воду можно *ультрафиолетовым излучением*.

Использованная вода уходит из наших домов в **канализационную** или **сточную**

систему. Оттуда она поступает на очистительные предприятия другого типа: заводы по очистке сточных вод. Прежде, чем вернуть эту влагу в природу, необходимо очистить её от всего, чем мы её загрязнили, включая бактерии, микробы и опасные для здоровья вещества.

Оставив позади километры *труб, коллекторов, насосных станций* и других элементов канализационной системы, отработанная вода, попав на очистной завод, сначала проходит через *решётки*, которые задерживают крупный мусор. В центрифуге-песколовке также отсеиваются крупные частицы.

Потом вода попадает в большие резервуары, где ей дают отстояться. Осадок собирается на дне и удаляется оттуда большими скребками, а специальный поплавок сверху собирает всю грязь, которая менее плотная, чем вода. Этот осадок высушивают и делают из него удобрения, строительные материалы или топливо.



Следующий этап очистки сточных вод – главный и самый сложный. Это **аэротенк** – длинные бетонные бассейны-«дорожки», по которым вода медленно движется. Занимается здесь очисткой **активный ил** – множество различных микроорганизмов, которые разлагают загрязняющие вещества и питаются ими. В состав активного ила входят несколько десятков микроорганизмов: бактерии, простейшие, черви, коловратки, грибы, дрожжи... На каждом участке аэротенка – свои обитатели со своим рационом питания.

Затем вода поступает ещё в одни отстойники, в которых из неё удаляются остатки активного ила. Выходя оттуда, она фильтруется через очень мелкую сетку. Последний этап – дезинфекция. Она осуществляется или хлором, или одним из альтернативных способов, о которых говорилось раньше.

Очищенная таким образом вода безвредна для живой природы. Её направляют в ближайшую реку (или в море, если город приморский).

Очень важно, чтобы вода была чистой и не вредила живым существам. Если в неё из-за беспечности людей попадают химикаты, масло, топливо, она из дарительницы жизни становится смертельной угрозой. Все отходы и вредные вещества нужно хранить и *утилизировать* так, чтобы не навредить природе, чтобы не испортить то, что создано нашим Господом и Творцом.



ОЧИСТИМ НАШУ ВОДУ!

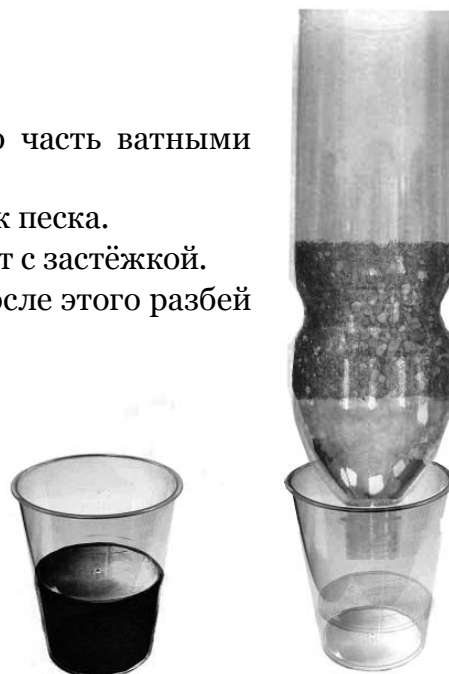
Цель: построить свою маленькую очистную станцию.

Необходимые материалы: двухлитровая бутылка из-под газированной воды, ножницы, ватные шарики, четыре одноразовых стакана, песок, 5–6 брикетов древесного угля, пластиковый пакет с застёжкой, защитные очки, молоток, мелкая галька или щебень, земля, чайная ложка, квасцы (можно купить в аптеке).



Ход работы

1. Переверни бутылку и обрежь её дно.
2. Плотнo набей горлышко бутылки и её узкую часть ватными шариками.
3. Насыпь в бутылку один одноразовый стаканчик песка.
4. Положи угольные брикеты в пластиковый пакет с застёжкой.
5. **Обязательно надень защитные очки!** После этого разбей молотком уголь в порошок.
6. Насыпь угольный порошок поверх песка.
7. Сверху добавь двухсантиметровый слой мелкой гальки или щебня.
8. Сделай в одном стаканчике грязную воду. Для этого хорошенько размешай в чистой воде немного земли.
9. Отлей $\frac{1}{4}$ этой грязной воды в другой стаканчик: она потом понадобится для сравнения.
10. Отставь в сторону стаканчик с грязной водой. Через 5 минут ты увидишь, что основная часть грязи осела на дне.
11. Осторожно, чтобы не слить осадок, перелей эту воду в третий стаканчик.
12. Теперь добавь в воду 1 чайную ложку квасцов.
13. Перемешивай воду 30 секунд, а потом дай ей отстояться в течение 5 минут. Обрати внимание, что основная часть взвешенных частичек собралась в маленькие комки и осела на дне.
14. Поставь бутылочный фильтр в четвёртый одноразовый стакан.
15. Осторожно вылей воду в фильтр так, чтобы не слить осадок со дна стакана.
16. Оставь воду проходить через фильтр.



Вывод

Сравни воду, которая вытекает из фильтра, с образцом грязной воды. Тебе действительно удалось очистить воду от бóльшей части примесей. **Но всё равно в ней остались частицы грязи и вредные бактерии, поэтому не пей её! И не забудь, закончив опыт, вымыть руки!**

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Почему нам нужны очистные предприятия?
 - Что делают с водой, прежде чем её можно будет использовать?
 - Как очищают сточные воды?
 - Почему так важно не загрязнять воду вредными веществами?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Как действует озон на людей: полезен он, вреден или нейтрален?
 - Какими веществами люди могут загрязнять воду?
 - В чём фильтр, построенный твоими руками, схож с естественным фильтром, который создал Бог?



ЖЁСТКАЯ ВОДА

Обрабатывают воду не только на очистных предприятиях. Во многих домах системы её очистки установлены прямо на кухне. Да, конечно, бактерий в водопроводной воде уже нет, и крупного мусора тоже, и фтор уже добавлен. Но всё же в массовых масштабах вода очищается не от всех элементов, которые в ней растворены.

Кроме того, в некоторых местах вода может быть жёсткой. Что это означает? Неужели она становится твёрдой?..

Конечно же, нет. **Жёсткая вода** содержит в себе большое количество растворённых элементов кальция и магния. Именно это доставляет людям определённые проблемы. Жёсткая вода при умывании сушит кожу. В ней плохо мылится мыло: вместо пышной пены образуется мыльный налёт, который потом с трудом смывается с тарелок и кожи. Бельё после стирки становится жёстким, грубым, с сероватым оттенком.

Ещё одна неприятность: при использовании жёсткой воды кальций и магний образуют известковый налёт на внутренних стенках посуды и на других предметах.



Так выглядит накипь под электронным микроскопом



Накипь на внутренней стенке трубы батареи

Этот налёт называется **накипь**. Она покрывает стенки водопроводных труб изнутри, оседает на частях устройств и механизмов, которые используют воду в процессе работы. В результате трубы забиваются, а машины ломаются. Особенно часто такие проблемы встречаются в системах отопления: *бойлеры, котлы и трубы* этих систем страдают от известкового налёта больше всего, потому что нагревание убыстряет оседание элементов.

Если на стенках чайника у тебя на кухне, образуется накипь – это показатель того, что вода в реке или водоёме, из которого она подаётся в твой дом, жёсткая. Часть накипи может осыпаться в виде мелкого порошка; поэтому вода в таком чайнике будет с мутным осадком. Пить её в этом случае не очень приятно. Да и пользы известковый раствор, попав в организм, отнюдь не приносит. Поэтому чайник, в котором образовалась накипь, следует от неё очистить. Для этого нужно вскипятить в нём воду,



добавив в неё уксус или растворив в ней лимонную кислоту (1–2 пакетика). После того, как эта вода закипит, нужно дать чайнику остыть, и только потом вылить его содержимое в раковину.



Фильтр воды для домашнего применения

Но гораздо правильнее – с самого начала смягчать воду (то есть устранять её жёсткость).

Чаще всего с жёсткостью борются в домашних условиях, используя **смягчитель воды**. Это устройство, через которое вода проходит прежде, чем попасть из крана в твою посуду. Её смягчение происходит путём взаимодействия с определёнными веществами (чаще всего это *углекислый натрий* или *карбонат натрия*). Они вступают в химическую реакцию с кальцием и магнием. В результате образуются новые вещества – соли, которые легко смываются водой и не создают проблем.

Некоторые люди считают, что вода после химического смягчения становится «невкусной». Поэтому они пользуются для той же цели фильтрами, которые улавливают большую часть примесей.

Домашняя очистка воды, каким бы способом она ни осуществлялась, повышает её чистоту, улучшает свойства и вкус. Поэтому всё больше семей устанавливают у себя дома те или иные устройства для смягчения воды.

часть 6

ХИМИЯ НА КУХНЕ

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Что общего между химией и кулинарией?
- Как используются пищевые добавки?
- Химические реакции при изготовлении хлеба

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 29. КУХОННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ.....	140
урок 30. ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИЩИ	144
урок 31. ВКУС И ЗАПАХ.....	149
урок 32. ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ	154
урок 33. ХЛЕБ	157
урок 34. ОПРЕДЕЛЯЕМ ВЕЩЕСТВА: ИТОГОВАЯ РАБОТА	162
урок 35. ПОДВОДИМ ИТОГИ	165

урок 29

КУХОННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ Вкусно и питательно!



СЛОВАРЬ:

- органические вещества
- белки
- жиры
- углеводы
- витамины



Какие химические вещества можно найти среди еды?

Знаешь, где интереснее всего учить химию? На кухне! Вся наша еда – это химические вещества: хоть синтетическая «красная» икра, хоть самые свежие и натуральные фрукты и овощи. Кухня – это домашняя химическая лаборатория, и нам предстоит её освоить.

С чего начнём? Первым делом давай рассмотрим упаковки на продуктах. Там мы найдём список веществ, которые потом будем изучать. Обратим внимание не только на раздел «Состав», но и на колонку «Пищевая ценность».

Наша еда состоит из трёх основных классов химических веществ. Это *углеводы*, *жиры* и *белки*. Ты обязательно увидишь эти слова на упаковках. Все три класса – это **органические веще-**

ства. Так называются вещества с достаточно большим (нередко – очень большим) числом атомов в молекуле, причём главную роль среди них играют атомы углерода (химическое обозначение *C*). Чаще всего, это вещества животного или растительного происхождения; хотя существуют и синтезированные органические вещества.

Углеводы (другое их название *сахариды*) – соединения, молекула которых состоит из углерода, кислорода и водорода, соединённых друг с другом в определённых повторяющихся комбинациях. Существуют два типа углеводов: *сахара́* (наиболее известный – *глюкоза*) и *полисахариды* (самый известный – *крахмал*). В природе сахар в большом количестве встречается во фруктах и овощах. Крахмал можно найти в пшенице, рисе, овсе, других злаках, в кукурузе и в картофеле. Богатые источники углеводов – хлеб, крупа, варёная картошка.

Продукты, приготовленные из овощей и фруктов, изначально содержат сахар. Но нередко их делают ещё слаще (например, сухие завтраки из хлопьев). И пусть тебя не обманывает отсутствие слова «сахар» в списке на упаковке. У разных видов сахара есть свои названия. Но все эти имена заканчиваются одинаково: на «-оза». Так что, увидев на упаковке слова *сахароза*, *фруктоза*, *глюкоза*, *лактоза*, знай – это сахар.

Углеводы – это энергетическое топливо организма. Перерабатывая их, наше тело получает много энергии, которую оно использует «на себя». Однако сырой крахмал – основной полисахарид, получаемый нами с пищей, – плохо переваривается и усваивается. Необработанные зёрна пшеницы и сырые картофелины – не лучший способ получения организмом энергии; да это и невкусно. Поэтому про-

дукты, которые содержат крахмал, обрабатывают нагреванием: жарят, варят или пекут. При нагревании крахмал распадается на другие более простые полисахариды, с которыми наша пищеварительная система справляется без труда.

Для нормального роста и развития организма тебе необходимы **белки** (другое название – *протеины*). Это вещества природного происхождения, молекулы у которых очень длинные (их даже называют *макромолекулами*); они состоят из цепочки большого количества молекул *аминокислот* – соединённых особым сложным образом атомов углерода, водорода, кислорода и азота. Число аминокислот в молекуле белка может достигать нескольких сотен и даже десятков тысяч!

Большое количество белков содержится в продуктах из мяса, орехов и бобовых. В фасоли, сое и чечевице их не меньше, чем в мясе. В молочных продуктах (молоке, сыре, твороге) тоже много белков.

Белок, получаемый с пищей, – это твой строительный материал. Он является основной составной частью каждой клетки человеческого тела. Наш организм сам производит (синтезирует) всевозможные белки из набора аминокислот. Одни из них также образуются внутри нас самих в результате сложных процессов; а вот другие мы можем получить только с едой. Но многие молекулы белка (особенно животного происхождения) устроены очень сложно, и пищеварительной системе очень непросто расщепить их на отдельные аминокислоты. Поэтому мясные и рыбные продукты требуют тепловой обработки. При нагревании белок денатурирует – его структура разрушается и свойства изменяются. Наглядный пример денатурации белков – изменение вида яиц, которые ты жарить на сковородке.



Молекулы **жиров** имеют очень сложное строение; это длинные цепочки из атомов углерода, кислорода и водорода, включающие также атомы других элементов. Мясо, рыба, молочные продукты – вот основные источники животных жиров. Растительные жиры по-другому называют *маслами*. Их много в семенах подсолнечника, маслинах, орехах, кукурузе. Есть они и во многих овощах. А из готовых продуктов их *чрезмерно* много в гамбургерах, чипсах, хрустящей картошке и прочей бесполезной еде, которую готовят на масле – растительном и сливочном, или на маргарине.

Жиры нужны нашему организму прежде всего для производства энергии (наравне с углеводами; но жиры – это часто энергетический потенциал, хранящийся «на чёрные день»). Используются они и как строительный материал – в основном, на уровне клеток. Однако чрезмерные запасы жира в организме весьма вредны. Со склонностью к полноте и ожирению нужно бороться. Как? Правильно питаясь и много двигаясь.

Углеводы, белки и жиры – это важные, но не единственные компоненты нашей пищи. Во-первых (и это очень важно для здорового питания!), в продуктах содержатся *микроэлементы* и **витамины** – органические вещества, которые необходимы организму для нормальной жизнедеятельности. Во-вторых, во многие продукты, продающиеся в магазинах, добавляют специальные вещества: *консерванты*, *усилители вкуса* и *красители*. И, наконец, приготавливая пищу, в неё могут класть различные добавки, которые меняют структуру продукта. Например, пищевая сода и пекарский порошок играют роль *разрыхлителя* теста. Их добавляют туда, когда готовят печенье, бисквиты, булочки с начинкой, другую выпечку. Тесто с добавленным в него разрыхлителем лучше поднимается, становится воздушным, мягким и нежным.



Кухня – это самая настоящая химическая лаборатория. Ты можешь проводить здесь всяческие исследования и изучать новые вещества. Только, в отличие от обычной лаборатории, здесь ещё и кормят, причём вкусно!



КАКИЕ ЖЕ ПЛЮШКИ БЕЗ ПИЩЕВОЙ СОДЫ!..

Цель: продемонстрировать значение химических реакций в приготовлении пищи.

Необходимые материалы: рецепт печенья, набор продуктов по этому рецепту, кухонное оборудование.

Ход работы

1. Внимательно прочти рецепт приготовления печенья.
2. Сделай тесто, следуя рецепту, но пока не добавляй в него соду.
3. Раздели готовое тесто пополам.
4. В одну половину добавь пищевую соду и еще раз вымеси.
5. Испеки печенье из обеих частей теста, положив их на разные противни.
6. После того, как печенье испеклось, внимательно рассмотри обе порции, а потом попробуй их на вкус.

Вопросы

- Заметна ли разница между печеньями из теста с содой и теми, которые приготовлены без соды?
- Чем они отличаются: цветом, формой, структурой?
- Есть ли какая-то разница во вкусе? Какое печенье вкуснее?

Вывод

Химическое название пищевой соды – *гидрокарбонат натрия* или *двууглекислый натрий*. Она относится к классу химических веществ, которые называются *щёлочью*. Все *щёлочи* вступают в реакцию с *кислотами*. Тесто для печенья содержит достаточно кислоты, чтобы сода вступила с ней в реакцию – в ходе которой, в частности, образуется и выделяется углекислый газ. Его пузырьки насыщают массу теста и придают ему свойства пены: тесто поднимается, становится мягким и воздушным.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Какие три основных класса веществ являются главными компонентами нашей пищи?
- Что такое витамины?
- Какие вещества часто добавляют в продукты?
- Почему кухня – прекрасное место для изучения химии?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Допустим, ты ешь бутерброд с сыром и маслом. Из какого продукта ты получишь основное количество углеводов? Жиров? Белков?
- Для чего во многие продукты перед продажей добавляют красители? А усилители вкуса?



ПРИНЦИПЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Наше здоровье в немалой степени зависит от правильного питания. Чтобы показать, в каком количестве каких продуктов мы нуждаемся, специалисты составили специальную схему – пищевую пирамиду. Ты можешь познакомиться с ней в учебнике «Тело человека» на странице 83.

Учёные-диетологи выработали основные принципы здорового питания. Вот что советуют тебе сотрудники Института развития здоровья Эстонской Республики.

1. Умеренность в еде: питайся в соответствии с потребностью. Организм должен получать из пищи как энергию, так и все необходимые питательные вещества. Потребность в них у каждого своя. Человеку, занимающемуся физической работой, нужно в два раза больше энергии, чем офисному работнику. Если организм получает больше энергии, чем ему необходимо, это может вызвать избыточный вес и сопутствующие ему расстройства здоровья.

2. Сбалансированность рациона: употребляй пищу в правильном соотношении. Продукты должны быть богаты разнообразными витаминами и микроэлементами. При однообразном питании недостаток питательных веществ может привести к различным заболеваниям. Например, нехватка кальция и витамина D ведёт к уменьшению плотности костей, а недостаток железа может стать причиной малокровия.

3. В небольших количествах можно есть всё, что нравится. Что делать, если твоё любимое блюдо относится к группе продуктов, количество которых желательно ограничивать? Тебе нет необходимости насовсем отказываться от него. Есть можно всё, но не безгранично. Например, сладкую и жирную пищу можно есть редко и в небольших количествах, употреблять соль нужно с осторожностью. Даже со «здоровыми» продуктами можно переборщить: ни одно излишество не приносит пользы здоровью.

4. Питайся разнообразно. Если сбалансированность относится к выбору между разными группами продуктов, то разнообразие – это выбор между продуктами одной группы. Например, различные фрукты и овощи содержат разные и в разных количествах витамины и микроэлементы. Поэтому если ты всё время ешь одни и те же овощи, тебе не будет хватать питательных веществ, которые содержатся в других плодах. Существует совет съедать ежедневно пять стограммовых порций различных овощей и фруктов, причём чтобы эти порции были разного цвета.

5. Чистая питьевая вода необходима всегда: пей достаточное её количество. Потребность организма в воде составляет 28–35 мл на кг веса тела. Так, например, человек, весящий 60 кг, в день нуждается в 2,4 литрах воды. Основное её количество мы получаем с пищей: фруктами, овощами, супами, различными напитками. Но это не отменяет нашей потребности в обычной чистой воде.

6. Будь физически активным. Много двигайся, играй, занимайся подвижными видами спорта. Количество энергии, получаемое с пищей, должно соответствовать расходуемой энергии. Один час физической активности в день – это твой минимум. Его желательно превышать.

Помимо пищевой пирамиды твоим хорошим помощником может стать «правило одной тарелки». Оно позволяет довольно точно соблюдать сбалансированность питания.

- Различные салаты (не мясные), овощи или фрукты по своему количеству должны занимать половину твоей тарелки.
- Основная пища – такая, как рыба, курица или мясо – должна заполнять четверть тарелки.
- Гарнир (рис, картофель, гречка, макароны и т. п.) – это оставшаяся четверть.

Приятного тебе аппетита!



урок 30

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИЩИ

Что едем?



СЛОВАРЬ:

- индикатор

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- энергетическая
ценность
(калорийность)
- калория
- пищевая
калория
(килокалория)
- калориметр



Как можно провести химический анализ нашей еды?

Как узнать, сколько в продуктах, которые мы едим, содержится белков, жиров, углеводов, воды, витаминов, микроэлементов, других добавок?

Многие продукты мы покупаем в магазине уже готовыми или в виде полуфабрикатов. На их упаковках есть сведения об их *пищевой ценности*: сколько граммов углеводов, жиров и белков содержится в 100 граммах продукта или в одной его порции. Там же ты можешь узнать, сколько в нём витаминов и микроэлементов, и каких именно. Зная состав продукта, ты сможешь выбирать, чем тебе полезно питаться, а какой еды следует избегать. Если ты стараешься сократить потребление соли, то будешь приобретать продукты, которые её не содержат (или, по крайней мере, с низким её содержанием).

Хорошо тебе: прочитал этикетку – и знаешь, что там, в продукте. А вот как сами производители пищевых продуктов определяют их химический состав?

Существует множество разнообразных тестов, с помощью которых учёные устанавливают химический состав пищи. Некоторые из них ты можешь провести сам, дома или в школе. Для других нужны специальные реактивы и оборудование, и осуществить их можно только в лабораторных условиях.

Например, очень просто определить, есть ли в продукте жир. Берёшь маленький кусочек и кладёшь его на листок бумаги (только не глянцевой). Там, где частицы жира попадут на бумагу, она потемнеет и станет слегка прозрачной (не настолько, как стекло, но через неё можно увидеть свет). На ощупь она будет жирной, скользкой. Если же в образце только вода, бумага просто потемнеет и будет на ощупь влажной. Как видишь, обнаружить жир в продуктах очень просто.

Тесты на присутствие углеводов сложнее. Но полисахарид крахмал ты можешь обнаружить и в домашних условиях. С крахмалом реагирует химический элемент йод, меняя свою окраску: из красно-оранжевого он становится синим. Этот текст даёт результат практически мгновенно.



Вещество, с помощью которого определяют наличие другого вещества, называется **индикатор**. Чаще всего вещество-индикатор меняет цвет, как йод в присутствии крахмала.

Есть свои индикаторы и для белка, и для сахара, и витаминов. Но в домашних условиях ты вряд ли сможешь провести опыты с ними, да и найти эти химические вещества можно только в лабораториях. Так что оставь эти эксперименты учёным-химикам.

В лабораториях проводится множество опытов, в результате которых исследователи могут точно сказать, какие вещества присутствуют в том или ином продукте и сколько их там. Они передают полученные данные производителям, а те пишут это на упаковках своих товаров. Прочитав эту информацию, ты можешь решить, какой продукт купить, а какой лучше оставить на магазинной полке.

А как быть, если ты покупаешь на рынке сырые продукты – мясо, рыбу, овощи, зелень, – чтобы самостоятельно из них что-то пригото-

вить? Тогда содержание различных веществ в каждом таком продукте ты можешь отыскать в интернете или воспользоваться специальным справочником.



ЧТО У НАС НА ЗАВТРАК?

Цель: исследовать продукты на наличие в них масла и крахмала.

Необходимые материалы: хлеб, вода, растительное масло, ломтик яблока, разрезанная пополам картофелина, любая ореховая паста (типа «Нутеллы»), чипсы, кукурузные хлопья, мука, бумага, раствор йода, два листа бумаги, ручка.

Опыт 1. Тест на масло. Ход работы

1. Положи по маленькому кусочку каждого продукта на лист бумаги. Напиши на бумаге рядом с образцом название продукта. Дай образцам полежать 5 минут.
2. Убери образцы с листа.
3. Подними лист бумаги и посмотри сквозь него на свет. Какие продукты оставили масляный просвечивающийся след? Запиши результаты.
4. Если это возможно, проверь упаковки продуктов. Написано ли на них, что в продукте содержится масло? Запиши результаты.
5. Запиши, совпали ли результаты опыта с твоими предположениями.

Опыт 2. Тест на крахмал. Ход работы

1. Проверь, есть ли в каждом из продуктов списка крахмал. Для этого капни на каждый образец каплю раствора йода.

Осторожно! Не занеси его в глаза!

2. Запиши на втором листе бумаги, какого цвета стал йод на каждом из образцов. Синий цвет означает, что в продукте есть крахмал.



3. Если это возможно, проверь упаковки продуктов. Написано ли на них, что в составе продукта есть крахмал (или содержащие его плоды)? Запиши результаты.
4. Запиши, совпали ли результаты опыта с твоими предположениями.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Информацию о каких основных веществах можно найти на упаковке продукта?
 - Откуда производитель продукта знает, что ему написать на упаковке?
 - Как проверить, содержится ли в продукте жир?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Каков принцип работы химических индикаторов?
 - Почему важно знать состав продуктов, которые мы едим?



КАЛОРИИ

Пища – это, прежде всего, источник энергии, топливо нашего организма. Как узнать, какой запас энергии заключается в каждом продукте? Зачастую это можно сделать очень просто: прочитать на фабричной упаковке.

Производители пищевой продукции обязаны указать на ней, какое количество энергии получит организм человека из каждого конкретного товара, если он полностью усвоится и переварится. Это количество называется **энергетической ценностью** продукта, или его **калорийностью**. Второе название употребляется чаще, и вот почему.

Энергия (любая) измеряется в системе СИ в джоулях. Но для оценки энергетической ценности пищевых продуктов традиционно используется более старая, внесистемная единица: калория. Одна **калория** – это количество энергии, необходимое для нагревания одного грамма (кубического сантиметра) воды на 1 градус Цельсия при стандартном атмосферном давлении. Соответственно, чтобы нагреть 1 л воды на 1 °С, необходима энергия, равная 1000 калорий, то есть одной **килокалории**. В пище содержится большое количество энергии, поэтому её энергетическая ценность измеряется в килокалориях.



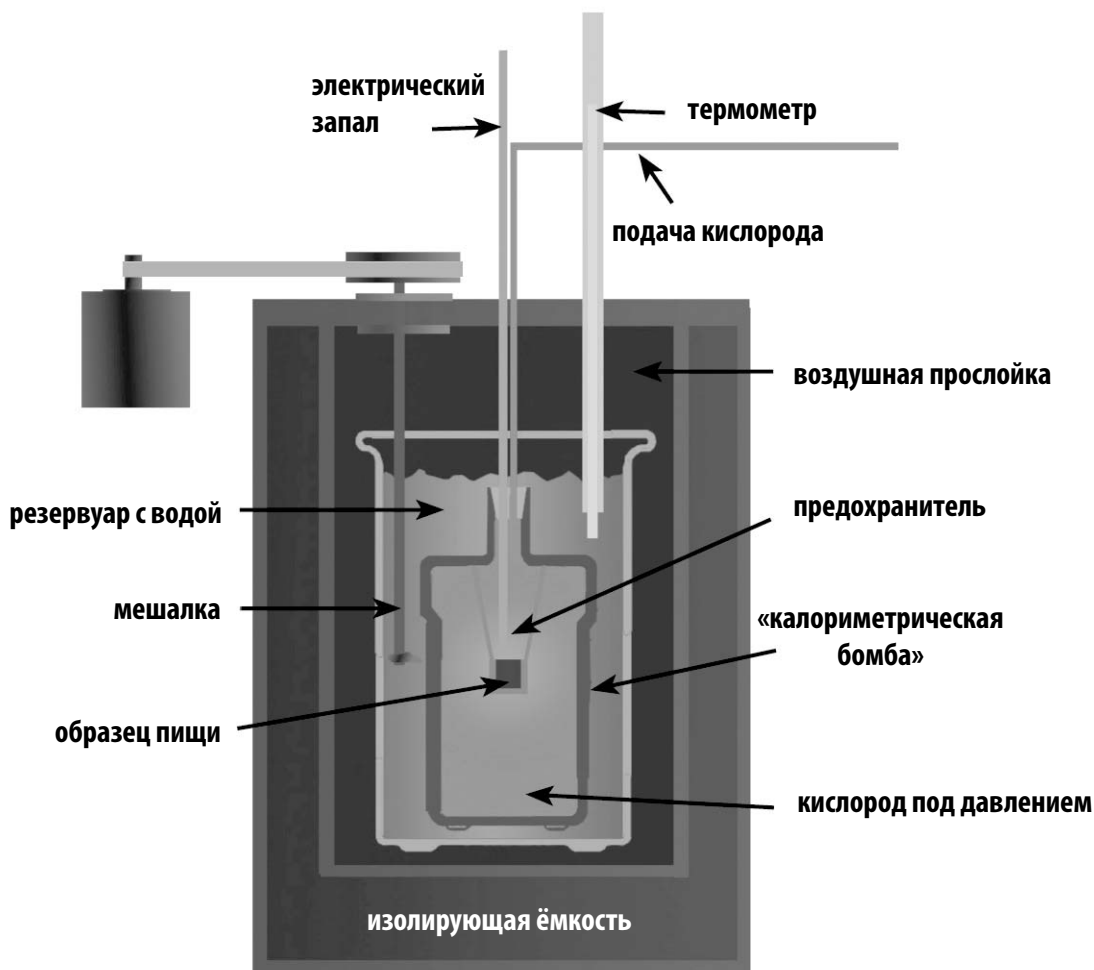
«Бомбовый» калориметр

К сожалению, в результате возникшей много лет назад путаницы нередко на упаковках и в статьях, посвящённых калорийности пищи, нередко пишут просто слово «калории», хотя имеют в виду килокалории! Из-за этого даже было предложено понятие **пищевая калория**, которая равна 1000 настоящих калорий. Пусть тебя эта путаница не смущает. Просто помни: какое бы слово не было написано на упаковке, «калории» или «килокалории», – на самом деле приведённые числа обозначают энергетическую ценность продукта в *килокалориях*.

Обязательно обрати внимание, на какую массу продукта рассчитана указанная на нём калорийность. Её могут приводить (как и пищевую ценность) или из расчёта на 100 граммов, или на ту порцию, которая содержится в упаковке.

Как исследователи узнают, какова калорийность продукта? Для этого существует специальный прибор – **калориметр**. Он может быть разной конструкции, но наиболее часто встречающийся устроен следующим образом. Образец продукта помещают в центр устройства, в специальную камеру под названием «калориметрическая бомба». Она заполнена кислородом и находится в ёмкости с водой. Затем образец внутри «бомбы» сжигают. Выделенное при сгорании тепло нагревает воду. В калориметре есть также мешалка, которая перемешивает воду для её равномерного нагрева. Температуру воды измеряют до начала опыта и сразу же после окончания горения образца. Зная объём воды и разницу температур, учёные подсчитывают, сколько калорий выделилось при сгорании. Такие опыты проводят с каждым продуктом не один раз, чтобы проверить и уточнить результат.

Известно, что 1 грамм белка имеет энергетическую ценность 4,1 килокалории, 1 грамм углеводов – тоже 4,1 килокалории, а 1 грамм жира – 9,3 килокалорий. Значит, пища, содержащая жир, *калорийнее* той, в которой жира меньше или нет совсем.



Ежедневно нам необходимо восстанавливать энергию, потраченную нашими телами. Ты расходуешь её не только на движения, но и на рост: ведь твой организм растёт и развивается постоянно, пусть это и невозможно заметить за один день. Подсчитано, что в среднем в возрасте 7–9 лет каждый ребёнок расходует в сутки примерно 2 100 килокалорий; а в возрасте 10–12 лет – уже 2 600 килокалорий. Мальчики 13–15 лет каждые сутки тратят около 3 300 килокалорий энергии, а девочки в том же возрасте – немного меньше: 2 800 килокалорий. Твоё питание призвано, в первую очередь, восстанавливать эти потери сил.

Но если ты будешь получать с едой больше калорий, чем твой организм способен переработать и израсходовать, эта энергия будет накапливаться в твоём теле. Где? В отложениях жира. Поэтому нужно не есть сверх необходимости и не злоупотреблять высококалорийными продуктами.

Некоторые люди очень строго контролируют, сколько пищевых калорий они получили каждый раз, когда что-то съели или выпили. Боясь пополнеть, они ведут тщательные записи, и стремятся сократить свой дневной рацион хотя бы на несколько десятков килокалорий. На это у них уходит немало времени и усилий.

Ты можешь произвести такие подсчёты на протяжении одного дня, чтобы узнать, какое количество калорий обычно получаешь с едой. В течение суток записывай всё, что ты ешь или пьёшь, и калорийность каждого продукта. Энергетическая ценность продукта указана на его упаковке, размер порции можно определить взвешиванием или тоже найти на упаковке. У некоторых продуктов упаковки нет, или она не содержит таких сведений. Поэтому найди в интернете таблицу калорийности пищевых продуктов. На следующее утро посчитай, сколько килокалорий ты получил вчера. Насколько результат близок к среднему показателю расхода энергии для твоего возраста?

Но, пожалуй, не следует относиться к этому чересчур серьёзно. Усвоение организмом энергии – это вопрос индивидуальный. Много зависит от твоих персональных особенностей: роста, телосложения, обычных для тебя физических нагрузок, от особенностей процессов обмена веществ, протекающих в твоём теле. Важнее следить за пищевой ценностью пищи: чтобы она была разнообразной, здоровой, умеренной и содержала все необходимые вещества, включая витамины и микроэлементы.

ВКУС И ЗАПАХ

Сдоба или горчица?

урок 31



СЛОВАРЬ:

- специи
- пряности



Чем пахнет сегодня ужин и каков он на вкус?

Как мы узнаём, какой вкус у пищи? Как различаем, что вкусно, а что нет? Как отличаем аромат корицы от запаха сырого мяса?

Механизмы восприятия вкуса и запаха – весьма сложные, затрагивающие различные области научного знания: и химию, и физику, и анатомию. Мы сейчас поговорим об этих двух чувствах, вкусе и запахе, как о едином

целом – о *восприятии* еды. Ведь основные наши ощущения от завтрака, обеда или ужина складываются именно из этих двух чувств. (Хотя красиво оформленное блюдо тоже улучшает наш аппетит – значит, зрение тоже немного участвует в нашем восприятии пищи).

Во время еды химические вещества, содержащиеся в продуктах, воздействуют и на обонятельные рецепторы в носу, и на вкусовые сосочки на языке. Когда ты откусываешь кусочек торта или делаешь глоток фруктового сока, молекулы этих веществ касаются *вкусовых сосочков*; одновременно с этим некоторые молекулы отрываются от поверхности вещества и, распространяясь в воздухе, попадают на *нервные окончания* в носовой полости. В результате ты воспринимаешь вкус и запах как одно целое, и наслаждаешься своим восприятием еды.

Господь создал бесчисленное количество ароматов и вкусов. Одни кажутся нам приятными, другие – отвратительными. Для придания блюдам особого вкуса и запаха мы используем при их приготовлении ароматические травы. На каждой кухне есть укроп, петрушка, базилик, шалфей. Пряные травы можно использовать в еду свежими, но часто их листья сушат и измельчают. В таком виде они могут храниться очень долго. Используют их как по отдельности, так и в виде специально подобранных смесей.

Такие растительные добавки (приправы) к пище, которые одновременно улучшают её вкусовые и ароматические качества, называются **специи**. К ним относят также и некоторые химические соединения природного происхождения: соль, сахар, уксус, лимонную кислоту.

Особую группу специй составляют **пряности** – измельчённые различные части растений со своеобразными, очень запоминающимися, довольно резкими ароматом и вкусом. Их добавляют в пищу очень малыми дозами. К пряностям относятся, например, ваниль, перец, гвоздика, имбирь.



Каждый запах обычно присущ только одному какому-то растению, причём часто только определённой его части и в конкретной стадии созревания. Некоторые приправы делают из корней растений, другие – из их стеблей, третьи – из семян, а некоторые – даже из коры. Существуют растения, которые начинают пахнуть только после того, как их нагревают.

В Средние века пряности в буквальном смысле ценились на вес золота, и даже дороже. В Европе не росли растения, из которых их приготавливали. Поэтому корицу, перец, мускатный орех привозили издалека – из Китая, Индии, Африки. Доставка их была делом долгим, тяжёлым и опасным – потому и стоили они баснословно дорого.

Именно благодаря пряностям европейцы открыли Америку! Колумб отправился в плавание в поисках западного, более удобного пути в Индию и Китай, чтобы можно было доставлять оттуда ещё больше этих драгоценных приправ.



Картина Паоло Барбиери «Магазин специй» (1637)

натуральные вещества вообще не присутствуют. *Искусственные ароматизаторы*, как правило, дешевле натуральных специй и пряностей. Но хотя они и имеют ту же химическую формулу, что и натуральные, опытный гурман (любитель вкусной пищи) всегда их опознает. Кроме того, эти вещества воздействуют только на запах, в то время как специи улучшают восприятие еды в целом, влияя и на её вкус.

Будем благодарить Господа Бога за все вкусы и ароматы, сотворённые Им, а также за то, что Он сделал наши тела способными воспринимать эти ощущения и наслаждаться ими.



ВКУС БЕЗ ЗАПАХА

Цель: проверить, как обоняние влияет на восприятие вкуса.

Необходимые материалы: различные леденцы.

Ход работы

1. Зажми нос пальцами, закрой глаза и попроси друга положить тебе на язык один леденец, не говоря, какой это сорт.



Петрушка

Сейчас каждый желающий может позволить себе купить любые специи и пряности, – не то, что в старину! Более того: исследователи смогли выделить нужные химические соединения из растений и сконцентрировать их. Ты можешь купить в магазине экстракт ванили или миндаля, и тебе не нужно будет часами трудиться, измельчая эти растения и тщательно растирая их в ступке.

Вдобавок ко всему, учёные научились создавать искусственные аналоги натуральных ароматов, копируя химический состав ароматических веществ. В этих новых химических соединениях

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

В мире существуют более трехсот натуральных ароматов – и ещё примерно 7 тысяч созданных искусственно. Часть из них используется при производстве пищевых продуктов, и все они находят применение при изготовлении духов и косметики.

2. Не разжимая носа, попробуй определить вкус конфеты. Только не разгрызай её.
3. Продолжай есть леденец. Меняется ли вкус, пока конфета тает во рту?
4. Прополощи рот водой, чтобы избавиться от предыдущего вкуса, и повтори эксперимент, не зажимая нос. Было ли тебе легче определить сорт конфеты?

Вывод

Без участия носа (обоняния) ты можешь ощутить сладость или кислоту, но не всю полноту вкуса конфеты. Возможно, по мере того, как конфета растворялась у тебя во рту, вкус её всё же немного проявился. Ведь при этом некоторые молекулы могли всё-таки проникнуть в носовую полость из полости рта. В этом случае запах конфеты ты всё же ощутил. Но всё же намного легче ощутить аромат и вкус еды, когда твой нос не зажат и не заложен.



Продавец пряностей в Ираке (2007)

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Какие два чувства нужны, чтобы в полной мере насладиться едой?
 - Назови как можно больше специй и пряностей.
 - В чём разница между натуральным и искусственным ароматами?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Почему некоторые хозяйки предпочитают использовать свежие ароматические травы, а не сухие?
 - Почему ванилин (искусственный аромат) отличается по вкусу от ванили (натуральная пряность), хотя у них одинаковая химическая формула?



С НОВЫМ ВКУСОМ!

Смешай в одном стакане несколько своих любимых фруктовых соков. Понюхай получившуюся смесь, несколько раз попробуй её на вкус. Скорее всего, сначала выйдет не очень вкусно.

Постарайся понять, есть ли в твоей смеси лишние компоненты? (Например, томатный сок плохо гармонирует со сладкими). Количество какого сока в смеси тебе хочется увеличить, а какого уменьшить? Приготовь новую смесь. Снова попробуй и оцени её.

Одна из очередных попыток завершится удачей. Ты получишь смесь, вкус и запах которой тебе понравятся. Поздравляем, ты только что изобрёл свой первый собственный кулинарный рецепт! Скорее запиши его, точно указав, какое количество каждого сока нужно взять. Придумай название этому своему фирменному фруктовому коктейлю. Угости им своих домашних и друзей. И сам наслаждайся новым вкусом!



ЭТО ИНТЕРЕСНО!**ВАНИЛЬ И ШОКОЛАД**

Какого продукта европейцы съедают в два раза больше, чем американцы? Ответ простой: это шоколад. И это несмотря на то, что какао-бобы, из которых его делают, родом из Центральной Америки, а не из Европы.

Шоколад и ваниль – это, пожалуй, две самые популярные пряности в мире. Бобы какао и стручки ванили произрастают только в тропиках. Поэтому индейцы Мексики и Южной Америки знали эти чудесные растения задолго до европейцев. Они даже иногда использовали специи в качестве денег: во время правления императора Монтесумы ацтеки собирали налоги ванильными стручками.

Когда испанцы открыли Новый Свет, какао и ваниль попали в Европу вместе с остальными американскими диковинками – и стали чрезвычайно популярными.

Слово *ваниль* по-испански означает просто *маленький стручок, стручочек*. Такое название конкистадор Фернандо Кортес дал этому ароматному чуду в 1519 году. При этом с ботанической точки зрения плод ванили называется *коробочка*, потому что, в отличие от настоящего стручка, он не имеет перегородки. Плоды эти бывают разного размера, но у ванили хорошего качества они обычно 10–20 сантиметров длиной, округлые, мягкие, эластичные.

Прекрасные ароматы ванили и шоколада соединяли в одно целое ещё ацтеки. И конечно, испанцы не могли пройти мимо такого пиршества запахов: они увезли рецептуру и сами пряности с собой в Европу.

В 1602 году врач Хью Морган приготовил королеве Елизавете лекарство, в которое для запаха добавил ваниль. Это был первый случай использования ванили самостоятельно, без шоколада. После этого её стали широко применять как отдельную пряность.

**Стручки (коробочки) ванили****Плоды дерева какао**

А королеве так понравился запах ванили, что после этого она отказывалась есть блюда без этой специи.

В наши дни в редком доме Европы и Америки не найдёшь ванили. В промышленном производстве её используют как ароматизатор в конфетах, сиропах от кашля, таблетках. Кроме того, запах ванили по-прежнему часто присутствует в шоколадных плитках.

Технология производства этой пряности довольно сложна. Выращивают ваниль на плантациях, причём опыляют вручную – чтобы гарантированно получить высокий урожай. Плоды собирают, когда они ещё не успевают полностью созреть. Их на 20 секунд погружают в горячую воду (80–85 °C). Затем стручки раскладывают на солнце, и внутри них начинается процесс *ферментации* (брожения). На ночь плоды заворачивают в ткань, чтобы отпотевали. Так продолжается неделю. Только после ферментации ваниль приобретает свой знаменитый аромат и коричневый цвет. Затем пряность в течение нескольких месяцев сушат в тени на открытом воздухе. После появления на стручках белого налета ваниль готова к употреблению.

При правильном хранении стойкость аромата ванили поражает. Известны случаи сохранения всех свойств по прошествии 36 лет с момента производства.

Что касается шоколада, его производят из плодов дерева какао, растущего в Центральной и Южной Америке. Этим деревьям необходим тропический климат, они не могут расти в гористой местности,

не переносят понижения температуры ниже 16 °С. Для роста какао необходимы обильные осадки и высокая влажность воздуха. Кроме того, они не выносят прямых солнечных лучей. Не удивительно, что на Земле не так много мест, где эти капризные деревья растут и приносят урожай.

Напиток из плодов какао ацтеки очень любили. Они называли его *чоколатль*, что означает *горькая вода*. Этот напиток совершенно не был похож на то какао, которое мы пьём сейчас: ацтеки готовили его из воды, молотых и обжаренных какао-бобов, ванили, острого перца и соли, и никогда не пили сладким.

В середине XVI века один учёный-монах представил королю Испании доклад о полезных свойствах жидкого шоколада. Доклад тут же засекретили, а шоколад объявили государственной тайной. Долгое время он был доступен только очень богатым людям: производство было сложным, а компоненты – очень дорогими. И лишь в конце XIX века кондитеры начали изготавливать практически современный шоколад. А когда в самом начале XX века какао и сахар резко подешевели, шоколад стал доступен всем. Имеющий славу «кушанья королей», он начал своё триумфальное шествие по миру.

Давай посмотрим, как появляется на свет этот замечательный продукт.

В благоприятных условиях вечнозеленое дерево какао цветёт и плодоносит круглый год. Первые цветы появляются на нём в возрасте 5–6 лет. Опыляет их крохотное насекомое, похожее на комара. Плод какао похож формой на небольшую вытянутую дыню. Он жёлто-зелёный или красный, в зависимости от сорта, длиной до 30 см и около 10 см в поперечнике. Вес плода может достигать 500 граммов. В мякоти этого фрукта содержится до 50 бобов какао.

Созревшие плоды собирают. Первый этап их обработки несколько напоминает ферментацию стручков ванили, но этим дело не ограничивается.

Сначала плоды рассекают мачете на несколько частей. Мякоть вместе с семенами (бобами) вынимают и помещают в бочки, которые выставляют на солнце. Белая, содержащая сахар мякоть плода начинает бродить. Это продолжается

5–7 дней. В процессе ферментации какао-бобы получают свои особые ароматические и вкусовые свойства и цвет. Когда в результате брожения мякоть плода превращается в жидкость, она сливается из бочек.

После этого какао-бобы отправляют на просушку. Традиционно их сушили на солнце, но сейчас это могут делать и в специальных печах. После сушки бобы теряют около 50% своей первоначальной величины. Их упаковывают в мешки и отправляют в Европу и Северную Америку.

Здесь бобы подвергают дальнейшей обработке. Сперва их обжаривают при температуре 105–150 °С в течение 15–20 минут. Затем дробят на несколько частей и удаляют оболочку. Очищенные ядра снова дробят. В результате получается какао-крупка. При температуре выше 40 °С она превращается в сметанообразную жидкость, горькую на вкус: это тёртое какао. Его разделяют на жидкую часть (масло какао, используемое затем в парфюмерии и фармакологии) и твёрдую часть (какао-порошок, из которого готовят шоколад).

Исследователи обнаружили, что вкус и аромат шоколада складывается из сочетания более 200 различных химических соединений. Из-за этого очень сложно создать искусственный ароматизатор с запахом шоколада. Поэтому большинство шоколадных продуктов действительно являются шоколадными: их готовят либо из натурального какао-порошка, либо из натурального тёртого какао. Иногда в конфетах вместо шоколада используют сою, добавляя в кондитерскую массу ароматизатор, изготовленный из плодов рожкового дерева. Но этой подделкой мало кого удаётся обмануть: и вкус, и запах такого «шоколада» намного уступают натуральным.

А вот искусственный заменитель ванили создать удалось. Запах *ванилина* (так называется этот продукт) абсолютно идентичен запаху натуральной ванили. Однако у ванилина есть горьковатый привкус, который многим не нравится.

Одним словом, люди и в Европе, и в Америке предпочитают натуральные и такие вкусные шоколад и ваниль. Кстати, не выпить ли нам с тобой по чашке какао с шоколадкой?..

ЭКСПЕРИМЕНТ

1

СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ

2

СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

3

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ

4

СМЕСИ

5

ХИМИЯ НА КУХНЕ

6



урок 32

ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ

Что это вы добавили
в мою еду?



СЛОВАРЬ:

- пищевые добавки
- консерванты
- антиоксиданты
- эмульгаторы
- стабилизаторы
- ароматизаторы
- усилители вкуса
- пищевые красители



Зачем нужны добавки к продуктам?

Если ты не живёшь на острове вдали от цивилизации, если твоя семья самостоятельно не выращивает растения и животных для приготовления пищи, тогда ты постоянно съедаешь вместе с магазинными продуктами содержащиеся в них пищевые добавки.

Что это такое и зачем их кладут в нашу еду?

Пищевые добавки – это вещества, которые сами по себе не являются пищей и не требуются в качестве обязательных компонентов для изготовления какого-либо блюда. Их добавляют в продукты с различными *технологическими* целями. Одни добавки не дают продуктам испортиться; другие улучшают их вид и *консистенцию* (например, превращают полужидкую кашу в желе); третьи усиливают или изменяют вкус и запах; четвёртые окрашивают в тот или иной цвет.

Пищевые добавки не являются недавним изобретением. Столетиями люди добавляли в продукты сахар или соль, чтобы они не портились. Эти способы сохранить их применяются и сегодня.

Сахар кладут в ягоды и фрукты, чтобы сделать варенье, джем или повидло. Соль добавляют к мясу, приготовляя солонину, ветчину или балык. Сахар и соль в данном случае действуют как консерванты. Они забирают основную часть влаги из продуктов. Без влаги бактерии развиваться не могут, и засоленный или засахаренный продукт очень долго не портится.

В наше время при изготовлении пищевых продуктов используются несколько сотен различных добавок. Это и *консерванты*, и *антиоксиданты*, и *эмульгаторы*, и *стабилизаторы*, и *усилители запаха и вкуса*, и *искусственные красители*. Ещё в продукты добавляют дополнительные витамины и микроэлементы, чтобы увеличить их пищевую ценность.

Консерванты служат для того, чтобы пища оставалась свежей. Они предотвращают рост плесени и бактерий. Один из широко известных консервантов – уксусная кислота. Уксус добавляют, например, в банки с огурцами, после чего огурчики становятся маринованными.

Антиоксиданты – вещества, которые не дают пище вступать в химическую реакцию с кислородом, окисляться. Например, их добавляют в растительное масло,

чтобы оно не окислялось, потому что тогда у него портится вкус и запах (оно становится прогорклым). Это, в основном, искусственно созданные соединения. Из природных веществ антиоксидантом является лимонная кислота.

Эмульгаторы и стабилизаторы добавляют в продукты, чтобы изменить их структуру; чаще всего – чтобы загустить массу. Эмульгаторы, в частности, как ты уже знаешь, используют для того, чтобы масло и вода образовали равномерную взвесь. Натуральные эмульгаторы – это яйца, сок некоторых деревьев; искусственные – полисорбат и пропилен гликоль. Стабилизаторы, как понятно по их названию, делают продукты более стабильными, сохраняющими свои свойства при длительном хранении. Примеры: желатин, агар-агар (его получают из водорослей).

Ароматизаторы и усилители вкуса добавляют в пищу, чтобы улучшить её вкус и запах. На прошлом уроке ты узнал, что ароматизаторы бывают натуральные и искусственные. В пищевой промышленности используются тысячи разнообразных ароматов. Роль **усилителей вкуса** понятна по их наименованию: они не изменяют вкус, а делают его сильнее, острее. Небольшое количество соли усиливает вкус пищи. Другой очень широко применяемый усилитель вкуса – глутамат натрия. Раньше это вещество делали из морских водорослей, а сейчас изготавливают из патоки. Глутамат натрия увеличивает чувствительность вкусовых сосочков языка.

И, наконец, во многие продукты добавляют **пищевые красители**. Они не имеют пищевой ценности и не меняют вкуса еды. Их задача – сделать пищу более привлекательной. В процессе приготовления продукты часто меняют цвет, становятся блёклыми. Красители придают им более свежий и приятный вид. Проваренная клубника становится коричневой; поэтому в клубничный джем добавляют красный краситель. Определённые формы и цвета вызывают у нас определённые вкусовые воспоминания; это помогает нам получать больше удовольствия от еды.

Значительная часть врачей выражает тревогу по поводу того, что многие пищевые добавки (особенно созданные искусственно) могут быть вредными, если их накопится в организме некоторое количество. Но окончательно это не было подтверждено. Хотя, в любом случае, злоупотреблять продуктами с большим количеством пищевых добавок, не стоит. Они не полезнее и не питательнее обычных – а просто гораздо удобнее в применении.

В каждой стране специальные комиссии следят за использованием добавок к еде. Каждый производитель пищевых продуктов обязан подтверждать безвредность тех добавок, которые он использует, и ограничивать их количество. Те добавки, относительно которых доказано, что они причиняют вред организму, запрещаются к использованию.

Однако в продукты могут попасть и другие, никем не учтённые вещества: например, пестициды и гербициды – ядовитые удобрения, которыми обрабатывают растения; или гормоны роста, которые дают животным. И эти вещества точно не будут указаны в списке на упаковке продукта.

Самая питательная и здоровая пища – свежая, не обработанная химикатами; такая, как она была сотворена Богом. К сожалению, такая еда не всегда доступна.



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Половины продуктов, продающихся в бакалейных отделах, ещё двадцать лет назад попросту не существовало. За этот срок создатели новых пищевых добавок продвинулись очень далеко. Это сделало возможным изготовление новых продуктов.





СОХРАНИМ НАШУ ПИЩУ!

Хотя среди пищевых добавок есть кандидаты на признание вредными, среди них имеются и безоговорочно полезные.

Цель: продемонстрировать полезные пищевые добавки.

Необходимые материалы: яблоко, нож, лимонный сок.

Ход работы

1. Разрежь яблоко на четыре части.
2. На двух дольках смажь все разрезанные поверхности лимонным соком.
3. Оставь все четыре кусочка на 1 час.
4. Сравни, как выглядят все четвертинки.

Вывод

Лимонный сок действует как антиоксидант: он не даёт молекулам яблока на срезе вступать в реакцию с кислородом (окисляться). Поэтому ломтики, защищённые лимонным соком, остались светлыми, а дольки без сока окислились и поменяли цвет на коричневый. Верхний слой окислившихся молекул превращается в защитный барьер, и кислород не может проникнуть глубже в мякоть плода. Яблоко дальше не портится, но внешний вид у него уже не тот. Антиоксиданты не дают продуктам испортиться и сохраняют их внешний вид.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Что такое пищевые добавки?
- Назови хотя бы три вида пищевых добавок.
- Зачем к пище добавляют консерванты?
- Какое вещество используют как консервант уже столетиями?
- Зачем в продукты добавляют эмульгаторы?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Зачем в продукты добавляют витамины и микроэлементы?
- Почему домашний хлеб портится быстрее, чем магазинный?



СПИСОК ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

В готовых продуктах, которые ты покупаешь, может содержаться почти полтысячи различных пищевых добавок. Среди них есть полезные, есть нейтральные, а есть находящиеся под подозрением как вредные.

Возьми тонкую тетрадь или блокнот и составь список добавок, которые указаны на фабричных упаковках продуктов, имеющихся в твоей кухне. Обычно они обозначаются условным кодом: буквой Е и трехзначным числом. Найди в интернете справочник пищевых добавок и возле каждого кода напиши:

- какое это вещество;
- какую роль оно выполняет в качестве пищевой добавки;
- существуют ли подозрения о возможном вреде от его применения;
- не является ли оно запрещённым к применению в пищевых продуктах.

Возьми себе за правило проверять продукты, которые ты ешь, на наличие пищевых добавок.

ХЛЕБ

Почему он мягкий и пышный?

урок 33



СЛОВАРЬ:

- **клейковина (глютен)**
- **дрожжи**
- **брожение (ферментация)**
- **бета-крахмал (кристаллический крахмал)**
- **альфа-крахмал**



Как пекут хлеб?

Что получится, если смешать немного муки, воды, дрожжей, добавить туда сахар, масло и соль? Тесто для приготовления хлеба. Этот продукт – жизненно важная часть питания во многих странах. Древние египтяне обнаружили, что если добавлять в тесто дрожжи, оно поднимается и становится более мягким и воздушным.

В наши дни в каждой семье хлеб – один из самых главных продуктов. Его можно есть отдельно или вместе с другими блюдами (первыми и вторыми), а можно намазать его маслом, маргарином, вареньем, мармеладом или мёдом и сделать особое блюдо – *бутерброд*. Ещё его можно подрумянить в тостере или сделать из него сухари.

Даже если оставить в стороне изделия из сдобного и слоёного теста, всё равно существует много способов приготовления хлеба: *каравай*, *буханка*, *батон*, *хлебные палочки*... У разных народов есть свои национальные сорта хлеба. Некоторые из них широко известны и за пределами этих стран: французский *багет*, итальянская *чабатта*, немецкий *крендель*, украинская *паляница*, израильская *маца*, кавказский *лаваш*, среднеазиатские *тандырные лепёшки*.

Чаще всего для выпечки хлеба используется пшеничная мука. В пшенице есть группа белков под общим названием **глютен**, или **клейковина**. Она очень важна, потому что от неё зависит упругость и эластичность теста. Ещё один важный компонент – **дрожжи**: это вид грибков, которые начинают бурно размножаться в тесте, разлагая углеводы – сахар и крахмал; при этом образуются некоторое количество спирта и углекислый газ. (Вспомни эксперимент, который ты проводил в самом начале, на 2-м уроке). Эта реакция называется **брожение** или **ферментация**. Из-за эластичности теста (обеспечиваемого клейковиной) пузырьки газа не могут выбраться из него. Их становится всё больше – и тесто поднимается, увеличивается в объёме. Затем ему придают ту или иную форму и отправляют в печь для выпечки – прогрева до превращения его в готовое хлебное изделие.



Когда тесто выпекается, из него удаляются все продукты брожения: под действием высокой температуры дрожжи погибают, молекулы спирта испаряются; уходит из теста и углекислый газ, но множество маленьких и больших полостей так и остаются в уже готовом хлебе. Это делает его мягким и воздушным.

Существует и другой способ приготовления теста – с использованием вместо биологических организмов (дрожжи) химических веществ: специального разрыхлителя или смеси *пахты* (жидкости, оставшейся после сбивания масла) и пищевой соды. В результате в тесте начинается химическая реакция, при которой также выделяется углекислый газ.

Хлеб содержит много полезных веществ: углеводы в виде крахмала и небольшого количества сахара; белок, жир, клетчатку; витамины и микроэлементы; и, конечно, воду. Хлеб из непросеянной муки получается менее пышным, но более питательным и полезным: ведь при просеивании из муки удаляется та часть зерна, которая содержит самые ценные вещества.

Очень важно хорошо вымесить тесто и дать ему хорошо подняться. Но и процесс выпечки тоже крайне важен. В муке содержится один из типов крахмала – **кристаллический**, или **бета-крахмал**. Его молекулы состоят из длинных плотных цепочек глюкозы, тесно прижатых друг к другу. Эту кристаллическую структуру трудно расщепить, а значит, бета-крахмал очень плохо переваривается. Поэтому есть сырое тесто и невкусно, и вредно: можно только засорить себе желудок и кишечник.

Высокая температура разрушает кристаллический крахмал. Между частями его распавшихся молекул встраиваются молекулы воды. Образуется **альфа-крахмал**. Его молекулы намного меньше, и ферментам в твоём желудке гораздо легче их расщепить. Поэтому чтобы превратить тесто в нечто вкусное, душистое и полезное, нужно его испечь.

Когда хлеб стареет, вода из него испаряется, и молекулы бета-крахмала начинают восстанавливаться. Хлеб *черствеет* – становится жёстким, и есть его теперь трудно.

Но за любой хлеб благодарите Бога. Хлеб – его великий дар, основа всего нашего питания. Многократно именно хлеб спасал людей от голода, когда другие продукты становились недоступными, И наоборот: неурожай хлеба или его насильственное изъятие приводили к сильному голоду и человеческим жертвам.

Прославь Создателя за возможность есть хлеб каждый день.



ДОМАШНИЙ ХЛЕБ

Давай попробуем испечь хлеб в домашних условиях. Дело это довольно сложное. Поэтому попроси родителей, чтобы они помогли тебе – и вместе с ними станьте на один день пекарями!

Цель: самому испечь хлеб.

Необходимые материалы: большая миска или кастрюля, другие кухонные принадлежности; противень или форма для выпечки, газовая плита или электродуховка; полотенца, деревянные шпажки (зубочистки); мука, сахар, соль, дрожжи, молоко, сливочное масло, растительное масло.

Ход работы

1. В большой миске смешай 1 чашку муки, 2 столовые ложки сахара, 1 пакетик сухих дрожжей (2¼ чайные ложки), 1 чайную ложку соли.
2. В отдельной миске нагрей ¾ чашки воды, ¼ чашки молока, 1 столовую ложку сливочного масла или маргарина. Смесь должна быть тёплой (40–45 °С).
3. Постепенно вливай нагретую смесь в сухие компоненты, тут же смешивая их (миксером на низкой скорости, или рукой, или ложкой – как удобнее). Смешивай тщательно, следи, чтобы перемешалось всё со дна и со стенок миски.
4. Ложкой вмешай в тесто ещё муки – столько, чтобы оно получилось мягким и не липло к ложке.
5. Выложи тесто на доску, предварительно присыпав её мукой, чтобы тесто не прилипло. Вымешивай руками 8–10 минут, пока тесто не станет эластичным и однородным, добавляя по мере надобности муку.
6. Смажь большую миску внутри растительным маслом и положи туда тесто. Верхнюю часть теста тоже смажь растительным маслом.
7. Укрой хорошенько миску (несколькими полотенцами) и поставь в тёплое место. Тесто должно «подходить» (сбраживаться) в течение хотя бы 60 минут – и увеличиться за это время примерно в два раза.
8. Выложи тесто опять на доску, присыпанную мукой, и раскатай из него прямоугольник со сторонами 30 на 17 см.
9. Сверни прямоугольник (начиная с короткой стороны) в плотный рулет. Положи его на смазанный маслом противень или в форму для выпечки, швом вниз.
10. Накрой рулет полотенцем и дай ему подняться, чтобы он увеличился в размере в два раза. Это займёт около часа.
11. Поставь хлеб в нагретую духовку и выпекай при 220–280 °С в течение 30 минут или дольше, пока тесто не пропечётся.
12. Чтобы узнать, готов ли хлеб, осторожно проколи его длинной деревянной шпажкой. Если на конце шпажки будет влага или частицы сырого теста – хлеб ещё не готов, и выпечку надо продолжать.
13. Достань готовый хлеб из духовки. Слегка смажь его верх растительным маслом. Дай хлебу немного постоять, накрыв его полотенцем или салфеткой.
14. Вынимай хлеб из противня, разрежай на ломтики, наслаждайся сам и угощай домашних!

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?** • Если тебе хочется пышного хлеба, без каких двух компонентов не обойтись?
- Почему клейковина делает хлеб пышным и мягким?
 - Почему нельзя есть сырое тесто, а нужно его запекать?
 - Почему хлеб из непросеянной муки питательнее, чем из белой?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?** • Для чего в тесто кладут сахар?
- Можно ли испечь хлеб без реакции брожения?
 - Почему пахта вступает в реакцию с пищевой содой?





МАГАЗИННЫЙ ИЛИ ДОМАШНИЙ?

Во многие продукты при их изготовлении добавляются консерванты, чтобы предотвратить их быструю порчу. В хлеб, который выпекается в пекарнях в промышленном масштабе, тоже добавляют консерванты, чтобы он не черствел и не плесневел.

Цель: проверить, какой хлеб дольше останется пригодным для еды – домашний или магазинный.

Необходимые материалы: домашний хлеб, магазинный хлеб, две тарелки, два пластиковых пакета с застёжками, бумага, ручка.

Ход работы

1. Положи ломтик своего домашнего хлеба и ломтик хлеба, купленного в магазине, на тарелки. Оставь их там, где они не будут мешать, и их не будут трогать.
2. Положи ещё по одному ломтику того и другого хлеба в пластиковые пакеты с застёжками, закрой их. Помести оба пакета в тёмное тёплое место, где они не будут мешать, и их не будут трогать.
3. Запиши свои предположения по поводу того, какой хлеб испортится быстрее, и что именно с ним произойдёт.
4. Внимательно осматривай каждый из четырёх кусочков хлеба в течение пяти дней. Записывай результаты осмотра.
5. Через 5 дней подведи итог своего эксперимента. Подтвердилась ли твоя гипотеза? Почему? Сделай выводы.

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

ХЛЕБ НА ВСЕ ВРЕМЕНА

Батоны, булки, караваи, пампушки, паланицы, тортильи, чапаты, лаваш, багеты, халы, калачи, пшты – это только крохотная часть видов хлеба, который едят в разных частях света. Чаще всего для выпечки хлеба используют пшеничную муку, но его пекут и из муки других сортов: ржаной, овсяной, гречневой, ячменной, кукурузной, картофельной, рисовой, из проса, из бобовых (чечевицы, нута, сои, гороха), из орехов, и даже из сорняков: амаранта (щирицы) и лебеды. В этой муке меньше клейковины, чем в пшеничной, поэтому хлеб получается не таким пышным. Но какую муку ни возьми, мы всё равно сможем приготовить из неё еду, которая известна всем эпохам и всем цивилизациям уже тысячи лет.

Хлеб – не только важная составляющая нашего питания. Он давно стал чем-то большим. Можно вспомнить множество выражений, где слово «хлеб» уже



не означает просто хлебобулочное изделие: «хлебное место», «хлеб-соль», «хлебом не корми», «добывать хлеб в поте лица своего». Вспомни пословицы: «Хлеб всему голова», «Будет хлеб – будет и обед», «Хлеб на стол – и стол престол, хлеба ни куска – и стол доска».

Более того: Господь Иисус Христос научил нас символически упоминать хлеб в молитве: «Хлеб наш насущный дай нам на сей день». Ведь этими словами мы про-

сим не только о куске булки, а обо всех своих нуждах.

Хлеб на дрожжевой закваске, скорее всего, начали печь уже после расселения людей из Вавилона (Быт. 11). Согласно летописям, дрожжевой хлеб был известен в Древнем Египте, а затем такой хлеб стали печь греки и римляне. В Риме хлеб считался очень важным продуктом, даже важнее мяса. Если солдатам не выдавали хлеба, они считали, что это – проявление к ним неуважения и грубое нарушение властями своих обязанностей. В соответствии с римской системой снабжения, сначала горожанам просто выдавали зерно; но потом правительство решило, что целесообразнее печь хлеб, а его уже раздавать населению. Позже, в Средневековье, дворяне и богатые люди стали предпочитать более дорогой хлеб из белой, пшеничной муки. Она стоила дороже, потому что на её просеивание и дополнительную очистку требовались силы и средства.

Хлеб занимает важное место и в библейских текстах. Книга Бытия рассказывает, как Мельхиседек, царь Салимский, священник Бога Всевышнего, вышел благословить Авраама и вынес ему хлеб и вино (Быт. 14:18). Позже, когда Господь в виде трёх Ангелов проходил мимо шатра Авраама, патриарх израильского народа предложил Ему хлеб (Быт. 18:5). Еда, за которую Исава продал своё первородство Иакову, включала хлеб и чечевицу (Быт. 25:34). В ночь перед исходом из Египта потомки Израиля должны были есть мясо и пресный хлеб с горькими травами. В честь этого события Бог установил праздник под названием Песах или Пасха (ветхозаветная). Ежегодно народ Израиля, празднуя его, должен был

в течение семи дней есть только пресный хлеб, испечённый без закваски (дрожжей). Поэтому Господь дал этим дням ещё одно название: праздник *опресноков* (Исх. 12:8). Ещё Бог указал израильтянам использовать хлеб в ритуалах поклонения Ему: класть на стол перед Ковчегом Завета особые хлебы предложения (Исх. 25:30). Пресный хлеб с елеем (растительным маслом) были частью хлебного жертвоприношения (Левит 2).

Когда Господь Иисус Христос пришёл на землю, Он тоже постоянно упоминал о хлебе и использовал его. Он победил соблазн дьявола, который предложил Ему нарушить пост в пустыне, превратив камни в хлеб и наевшись его. «Не хлебом единым жив человек, но всяким словом, исходящим из уст Божиих», – ответил Иисус сатане (Ев. от Матфея 4:4).

Когда Христос проповедовал, а люди были голодны, Он взял пять хлебов и две рыбы и накормил ими пять тысяч мужчин, а также женщин и детей, которые были с ними (Ев. от Матфея 14:16–21).

И именно хлеб Господь повелел использовать на богослужении для совершения Причастия: «И когда они ели, Иисус взял хлеб и, благословив, преломил и, раздавая ученикам, сказал: примите, ешьте: сие есть Тело Мое» (Ев. от Матфея 26:26).

Иисус Христос Сам называет Себя хлебом. Он говорит: **«Я есмь хлеб жизни; приходящий ко Мне не будет алкать [голодать]»** (Ев. от Иоанна 6:35).

Поистине, Иисус – хлеб нашей жизни. Он дарит нам утоление духовного голода, избавление от страхов, прощение грехов и вечную счастливую жизнь в постоянном общении с нашим Богом, Господом и Создателем.

ЭКСПЕРИМЕН-
ТАЛЬНАЯ НАУКА

1

СВОЙСТВА
Веществ

2

СОСТОЯНИЯ
Вещества

3

КЛАССИФИКА-
ЦИЯ Веществ

4

СМЕСИ

5

ХИМИЯ
НА КУХНЕ

6

урок 34

ОПРЕДЕЛЯЕМ ВЕЩЕСТВА: ИТОГОВАЯ РАБОТА

Да что же это такое?!



СЛОВАРЬ:

- химический анализ



Как можно опознать химическое вещество?

Ты уже многое знаешь о материи и различных веществах, не раз применял свои знания на практике. Зная свойства веществ, ты можешь попробовать опознать неизвестное вещество, которое тебе встретилось.

Как действовать молодому учёному, чтобы узнать, какое вещество оказалось на его рабочем столе? Он должен применить научный метод.

Сначала необходимо получить основные сведения и знания — и знать, где искать дополнительную информацию, если в ней будет необходимость. Сейчас ты не только многое знаешь из этого учебника, но и научился обращаться к справочникам или искать недостающие сведения в интернете.

Затем нужно задаться вопросом. В данном случае он прост: «Что это за вещество?»

Третий шаг: ты выдвигаешь гипотезу, то есть делаешь предположение. Основываясь на том, как выглядит это вещество, ты можешь предположить, что это такое.

Затем ты решаешь, каким путём будешь проверять своё предположение. Используя полученные знания о свойствах веществ, ты можешь проделать различные химические опыты, чтобы посмотреть, как взаимодействует это вещество с другими.

Наконец, ты сделаешь вывод: подтвердили опыты твою гипотезу или опровергли её.

Ты можешь применить для опознания вещества различные способы. Например, использовать свои органы чувств. Исследуй цвет, структуру и вязкость вещества. Осторожно понюхай его. Держи его на расстоянии 12–15 см от носа, и движением руки направляй воздух от вещества к носу. Не нужно сильно втягивать воздух, потому что некоторые вещества обладают едким запахом и могут обжечь слизистую оболочку твоего носа.

**Никогда не пробуй неизвестное вещество на вкус!
Оно может быть ядовитым!**

Внешнее наблюдение может принести определённые результаты. Но, к сожалению, многие вещества выглядят совершенно одинаково, а запаха у них может не быть совсем. Значит, нужно исследовать их другие физические и химические свойства.





Многие очень сложные эксперименты возможно проводить только в лабораториях, применяя специальное оборудование и реактивы. Это, например, опыты, использующие сильные кислоты или процесс горения. Каждое вещество при горении придаёт пламени особый оттенок. И с кислотами различные металлы реагируют по-разному. Учёные также могут использо-

вать для определения неизвестного вещества *спектроскоп*. В этом приборе луч света проходит через призму, и возникший световой спектр направляется на образец вещества. Цвет или цвета, которые отражаются и поглощаются образцом, для каждого вещества разные. По полученной цветовой характеристике можно определить вещество очень точно.

Но ты прекрасно обойдёшься и теми экспериментами, которые требуют не очень сложных материалов и могут проводиться дома. Например, ты можешь измерить массу, вес и плотность вещества. Иногда существует возможность также установить точку его кипения и точку замерзания. В твоих силах применить тест, использованный тобой на уроке о химическом анализе пищевых продуктов: капни на образец йодом или другим *реагентом* и посмотри, что получится. Ещё проверь вещество на содержание кислоты или щёлочи, используя в качестве индикатора сок красной капусты (подробности этого теста найди самостоятельно). Вспомни также реакцию уксуса или лимонного сока с пищевой содой, при которой выделяется углекислый газ в виде пузырьков; возможно, это знание тебе тоже пригодится.

Химический анализ веществ важен не только для того, чтобы опознавать их. Без такого анализа многие производственные процессы нельзя было бы отслеживать и контролировать. Химические опыты проводятся также, чтобы установить качество сырья. Это важно для получения стабильных результатов во многих производствах, в том числе и продуктов питания. Конечный продукт тоже проверяется, потому что необходимо подтвердить его качество. Химический анализ нужен для проверки чистоты металлов и красок, для определения соотношения компонентов в напитках. Качество воды без химического анализа тоже не проверишь.

И всё это – только маленькая часть применения химического анализа. Еда, одежда, приборы, строительные материалы – практически все изделия вокруг тебя прошли проверку на химические реакции, прежде чем попали к тебе. Эти проверки подтверждают, что продукты, которые ты покупаешь, безопасны и надёжны.

Бог сотворил материю стабильной, чтобы каждый раз, когда одно вещество подвергается воздействию других, реакции были одинаковыми и ожидаемыми. Эту стабильность мы можем использовать для производства новых веществ, предметов своего обихода и для проверки собственной безопасности.



ИССЛЕДУЕМ И ОПРЕДЕЛЯЕМ

Попроси родителей или учителя подобрать тебе 2–3 вещества для исследования. Они должны держать от тебя в секрете, что это за вещества: ты установишь это сам.



Исследуй незнакомое твёрдое, жидкое или газообразное вещество, используя знания, полученные на соответствующих уроках.

Запиши ход своих исследований и полученные результаты. Поделись информацией с друзьями или близкими. Спроси у родителей или учителя, верно ли ты определил предложенные ими вещества.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Каким главным методом следует пользоваться при исследовании незнакомого вещества?
- Почему нельзя пробовать на вкус незнакомое вещество?
- Как без вреда для себя проверить запах незнакомого вещества?
- Какие физические свойства вещества ты можешь исследовать дома?
- Какие химические свойства вещества ты можешь исследовать дома?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Почему производителям продуктов нужно проверять компоненты, участвующие в производстве, и сам изготовленный конечный продукт?
- Почему на предприятиях, которые очищают воду перед подачей в дома и на предприятия, необходимо проверять качество воды?



ВО ВСЁМ – ЛЮБОВЬ

Давай проведём ещё один эксперимент, который продемонстрирует любовь Бога к Его творению.

Одно из важных свойств воды – способность сохранять тепло. Температура на Земле относительно стабильная и мягкая, если сравнивать её с другими планетами. Одна из главных причин этого – наличие у Земли атмосферы, а также то, что вода покрывает более 70 % земной поверхности. Вода нагревается и остывает намного медленнее, чем воздух. Поэтому климат на побережье гораздо мягче. Однако тепло, идущее от Мирового океана, согревает не только приморские районы, но и всю сушу. Поэтому температура на планете не меняется катастрофически со сменой времён года.

Цель: продемонстрировать свойство воды сохранять тепло.

Необходимые материалы: два воздушных шарика, вода, свечка.

Ход работы

1. Надуй один шарик и завяжи.
2. Наполни второй шарик водой и завяжи.
3. Зажги свечку и осторожно поддержи шарик с воздухом над пламенем. Что произойдёт? Шарик почти сразу лопнет. Почему? Потому что воздух не может поглощать тепло, и шарик быстро расплавится.
4. Теперь осторожно поддержи над пламенем шарик, наполненный водой. Держи его так, чтобы огонь находился под той частью, где находится вода. Этот шарик сможет поглощать тепло достаточно долго. Вода в нём может даже закипеть!
5. Через 1–2 минуты погаси свечу. Потрогай шарик. Ты почувствуешь, что он нагрелся совсем немного. Вода поглощает тепло так быстро, что шарик не успевает достаточно нагреться, чтобы расплавиться.

Вывод

Этот опыт демонстрирует нам любовь и заботу Господа. Такое свойство воды – не случайность. Творец задумал и создал её, чтобы она могла смягчать температуру на Земле. Поблагодари Бога за Его прекрасный Замысел.

ПОДВОДИМ ИТОГИ

Надёжный мир

урок 35

Прекрасное Божье Творение

Ты немало узнал о материи, из которой создана наша планета и вся Вселенная. Материя сотворена Богом таким образом, что у каждого вещества в одинаковых условиях всегда сохраняются неизменными одни и те же физические и химические свойства. Чистая вода всегда кипит и замерзает при одной и той же температуре. Молекула воды неизменно состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода. Плотность золота постоянно выше плотности серебра или бронзы. Материя не исчезает и не возникает ниоткуда, она лишь переходит из одной формы в другую.

Таковы законы, по которым устроен мир. Они показывают нам, что Бог – любящий Творец. Господь создал воду сильным растворителем и придал ей много других уникальных свойств, чтобы она могла поддерживать жизнь. Он сделал так, чтобы в наших организмах происходили химические реакции, чтобы пища, которую мы едим, снабжала нас энергией. Он сотворил удивительную систему круговорота воды в природе. На каждом шагу, в каждой малейшей частице, в каждой калории тепла мы можем увидеть Его совершенство, мудрость и любовь.

Поблаговари Бога за созданный Им мир, за материю, за множество веществ и их свойства, за действующие в мире нерушимые законы. За то, что Он даровал всё это тебе, чтобы ты мог жить в этом мире, видеть в Нём действие Его Создателя, любить Его и служить Ему. Поблаговари за то что Господь дарует тебе вечную счастливую жизнь в мире, где всё, включая материю, будет преобразено в новые совершенные формы.

*Ибо всякое творение Божие хорошо,
и ничто не предосудительно,
если принимается с благодарением...*

1-е послание Тимофею 4:4

ЭКСПЕРИМЕН-
ТАЛЬНАЯ НАУКА

1

СВОЙСТВА
Веществ

2

СОСТОЯНИЯ
Вещества

3

КЛАССИФИКА-
ЦИЯ Веществ

4

СМЕСИ

5

ХИМИЯ
НА КУХНЕ

6



СОДЕРЖАНИЕ

ПРИГЛАШАЕМ ВАС УЗНАТЬ БОЖИЙ ЗАМЫСЕЛ	5
СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ	6

ЧАСТЬ 1 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА

УРОК 1	ВВЕДЕНИЕ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНУЮ НАУКУ	8
УРОК 2	НАУЧНЫЙ МЕТОД	12
УРОК 3	НАУЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ	17
	<i>ЭТО ИНТЕРЕСНО: ЛОРД КЕЛЬВИН</i>	22
УРОК 4	МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕР	24

ЧАСТЬ 2 СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ

УРОК 5	МАССА И ВЕС	30
УРОК 6	СОХРАНЕНИЕ МАССЫ	34
УРОК 7	ОБЪЁМ	37
УРОК 8	ПЛОТНОСТЬ	41
УРОК 9	ПЛАВУЧЕСТЬ	44
	<i>ЭТО ИНТЕРЕСНО: ДЖЕЙМС КЛЕРК МАКСВЕЛЛ</i>	48

ЧАСТЬ 3 СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА

УРОК 10	ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА	50
УРОК 11	АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА	53
УРОК 12	ТВЁРДЫЕ ТЕЛА	58
УРОК 13	ЖИДКОСТИ	62
УРОК 14	ГАЗЫ	67
УРОК 15	ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ	71
	<i>ЭТО ИНТЕРЕСНО: РОБЕРТ БОЙЛЬ</i>	75

ЧАСТЬ 4 КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ

УРОК 16	ЭЛЕМЕНТЫ	78
	<i>ЭТО ИНТЕРЕСНО: УИЛЬЯМ ПРАУТ</i>	83
УРОК 17	СОЕДИНЕНИЯ	85
УРОК 18	ВОДА	89
УРОК 19	СМЕСИ	93
УРОК 20	ВОЗДУХ	97
УРОК 21	МОЛОКО И СЛИВКИ	101

ЧАСТЬ 5 СМЕСИ

УРОК 22	РАСТВОРЫ.....	108
УРОК 23	ВЗВЕСИ	111
УРОК 24	РАСТВОРИМОСТЬ.....	115
УРОК 25	СЛАДКИЕ ГАЗИРОВАННЫЕ НАПИТКИ.....	118
УРОК 26	КОНЦЕНТРАЦИЯ	123
УРОК 27	МОРСКАЯ ВОДА	127
	<i>ЭТО ИНТЕРЕСНО: ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ</i>	<i>131</i>
УРОК 28	ОЧИСТКА ВОДЫ.....	133

ЧАСТЬ 6 ХИМИЯ НА КУХНЕ

УРОК 29	КУХОННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ.....	140
УРОК 30	ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПИЩИ	144
УРОК 31	ВКУС И ЗАПАХ.....	149
	<i>ЭТО ИНТЕРЕСНО: ВАНИЛЬ И ШОКОЛАД.....</i>	<i>152</i>
УРОК 32	ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ	154
УРОК 33	ХЛЕБ	157
	<i>ЭТО ИНТЕРЕСНО: ХЛЕБ НА ВСЕ ВРЕМЕНА</i>	<i>160</i>
УРОК 34	ОПРЕДЕЛЯЕМ ВЕЩЕСТВА: ИТОГОВАЯ РАБОТА.....	162
УРОК 35	ПОДВОДИМ ИТОГИ	165

ЭКСПЕРИМЕН-
1
ТАЛЬНАЯ НАУКА

СВОЙСТВА
2
ВЕЩЕСТВ

СОСТОЯНИЯ
3
ВЕЩЕСТВА

КЛАССИФИКА-
4
ЦИЯ ВЕЩЕСТВ

СМЕСИ
5

ХИМИЯ
6
НА КУХНЕ